أسس تحليل وتقييم الأعلاف



الجزء الأول

تحضير وضبط المحاليل

دكتور
خمساوي أحمد الخمساوي
أستاذ م بجامعة الأزهر



عزبة النخل — القاهرة

الطبعة الأولى ١٩٩٠

رقم الايداع بدار الكتب و الوثائق
المصرية
١٩٩٠ / ٨٤٠٨

مقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم

تعتبر الكيمياء اليوم هى العلم الذى غزا مرافق الحياة،
فليس من مجال من مجالات الحياة الا ونرى للكيمياء دورا فيه
فاذا نحن تحدثنا عن الكيمياء فاننا نعنى ذلك الدور الذى
تلعبه فى كل ما يدور فى حياتنا اليومية ، ان التطور
التكنولوجى الذى يغمر عالمنا اليوم يدين لها بالفضل الاول ،
كما اننا لا نستطيع ان نفهم الكثير من العلوم دون ان نكون على دراية
ما بالكيمياء ، فعلوم وظائف الاعضاء Physiology
والتغذية Nutrition والعلوم الطبية Medicine
والصيدلية Pharmacology والصناعات الزراعية
Agricultural industry وغيرها تعتمد اساسا على علم الكيمياء

فليس من الغريب اذن ان تتفرع الكيمياء وتتشعب الى فروع عديدة
فمن فروعها الكيمياء الطبيعية Physics Chemistry
والكيمياء العضوية Organic Chemistry والكيمياء الحيوية
Biochemistry والكيمياء التحليلية Analytical
Chemistry والكيمياء الصناعية Industrial chemistry
والكيمياء الزراعية Agricultural Chemistry
وما الى ذلك .

بل ان كل فرع من هذه الفروع قد تشعب بدوره الى فـــروع عديدة ،
فنشأ من الكيميـــاء الحيوية على سبيل المثال : كيميـــاء وظائف الاعضاء
Physiological Chemistry لتضم بدورها : كيمياء الهرمونات
Endocrinology وكيميـــاء الانزيمـــات Enzymology
وكيميـــاء الخلية Cytological Chemistry وكيمياء الانســـجة
Histological Chemistry وغيرها .

ونشأ منها ايضا كيمياء التغذية Nutritional Chemistry
لتضم كيميـــاء الاعلاف Feed Chemistry وكيمياء الاغـــذيـــة
Food Chemistry وكيميـــاء البروتينات Chemistry of
proteins وكيمياء الدهون والزيوت Chemistry of lipids
وكيمياء الفيتامينات Vetaminology وكيمياء الكرش Rumnology
وغيرهـــا .

وتبعاً لهذا التطور فى مجال الكيمياء واتساعه كان من اللازم له تطـــورا
واتساعاً فى الكيميـــاء التحليلية التى اتسعت مجالات الدراسة فيها فى الفترة
الاخيرة حتى تطلب الامـــر تخصص المهتمين والباحثين فى تخصصات دقيقة للغاية
، وانه لمن المسلم به أن الفضـــل فى التقدم الحديث والذهل للكيميـــاء
بجميع فروعهـــا ، ومن ثم تقدم الحضارة اليوم يرجع الى تقدم وســـائل
وطرق التحليل الكيمائى .

ويمثل التحليل الكيمائى فى مجال علوم التغذية اهم الدعائم التى يقوم
عليها هذا المجال فى تطوره ورقية .

ومن دواعى الضرورة ان يلم المتخصص فى تغذية الحيوان او الدواجن او حتى تغذية الانسان بالتحليل الكيميائى للاغذية و الاعلاف و خاصة اولئك الذين يعملون فى الحقل العملى فى هذا المجال .

و لقد روعى فى هذه المذكرات العملية ان تكون فى اجزاء خمسة ليناسب كل جزء منها مرحلة تحليلية فى حياة الطالب الدراسية حسبما تتطلب درجة تأهيله ذلك حتى مرحلة الدراسات العليا .

و هذه الاجزاء الخمسة تتناول المواضيع التالية :

(١) الجزء الاول : تحضير المحاليل و تقدير العناصر المعدنية الكبرى
(٢) الجزء الثانى : تقدير المركبات الغذائية
(٣) الجزء الثالث : تقييم البروتينات
(٤) الجزء الرابع : تقدير الاحماض الامينية و العناصر الغذائية الدقيقة
(٥) الجزء الخامس : تقدير القيمة الغذائية لمواد العلف .

و يتناول الجزء الاول الذى بين يديك مقدمة موجزة فى الكيمياء العيارية تمكن الطالب من معرفة الاسس التى يحضر بها محاليله و يجرى بها حساباته عند تقدير مكونات العينات التى يقوم بتحليلها ، كما يشتمل على تعرف سريع باد وات المعمل و كيفية استعمالها ، و الاداب و السلوكيات التى تراعى فى المعامل الكيميائية

و قد اقتصرنا فى اسلوب تقدير العناصر المعدنية الكبرى فى هذا الجزء

على طرق التحليل الكمى الحجمى التقليدية ، حيث تناسب لبساطتها قدرة الطالب المبتدئ بالنسبة للتحليل الكيمائى للمواد الغذائية ، وأما طرق التحليل المتقدمة والدقيقة اوعالية الدقة فقد افردنا لها كتابا اخر اكثر تخصصا (١) .

وقد حرصنا فى هذا الجزء ان يكون متضمنا الجداول الخاصة بالارقام التى يرجع اليها الطالب من وقت لاخر اثناء اجراء تحليلاته مثل الاوزان الذرية وانواع الايونات وارقام التأكسد ودرجات تشبع بعض المواد وعيارية بعض الاحماض وغير ذلك ، وهدفنا من ذلك تسهيل التعامل مع هذه الارقام للطالب الذى يصعب عليه التعامل معها فضلا عن الرجوع اليها فى مراجعها الاساسية ، او اعادة حسابها من جديد فى كل مرة يحتاج اليها .

هذا وبالله التوفيق ،،،

الخمساوى

---

(١) انظر كتاب " التحليلات البيوكيميائية الدقيقة " تأليف: الاستاذ الدكتور / نبيل فهمى عبد الحكيم د كتور / خمساوى احمد الخمساوى

الفصل الأول

قواعد العمل

هناك عمليات مشتركة قد يقوم الباحث بها فى معظم طرق التحليل المختلفة • ونظرا لأ ن طرق التحليل عند ذكر خطوات العمل لا تتعرض لتفاصيل هذه العمليات وانما تكتفى بذكر اللجوء الى اجراء هذه العملية من عدمه • ونظرا لأ ن الكثير من الأخطاء التى يقع فيها الباحث المبتدئ ترجع الى عدم اتقانه هذه العمليات الأولية العامة لذلك أفردنا هذا الفصل لتناولها •

فقد يلجأ الباحث أثناء اجراء تحليلاته الى التسخين أو التبريد أوالتبخيرأو الاستخلاص EXTRACTION أو الطرد المركزى اوالترشيح أو الاذابة أو الترسيب •••• الى غير ذلك • ومانقصد تناوله هنا القواعد العامة لاجراء هذه العمليات والاحتياطات الواجب مراعاتها فيها • بغض النظر عن تفاصيلها بالنسبة لكل تحليل على حدة • أو فى التحليلات الخاصة التى تشير الى اجراء هذه العملية بكيفية خاصة •

عملية التسخين

ان العمليات التي تتم في معامل الكيمياء تحتاج الى مصادر طاقة متنوعة ، فمن مصادر التسخين المستعملة السخانات التي يستعمل فيها اللهب مثل الحمامات الهوائية والرملية والحمامات المائية والحمامات المعدنية والحمامات الزيتية ، ومنها مايستعمل فيها التيار الكهربائي مثل السخانات الاسبستس والحمامات المائية ، وقد يكون مصدر الطاقة هو الاشعاعات الضوئية ، كما قد يستخدم اللهب المباشر كوسيلة للتسخين .

ولاشك أن استعمال وسيلة التسخين يتوقف على طبيعة المواد المتفاعلة ، فاذا كانت من المواد الشديدة الالتهاب فلا يمكن استعمال اللهب المكشوف كوسيلة بل وقد يمنع استعمال اللهب في مكان العمل على أبعاد معقولة من مكان العمل فأى تفاعل يستعمل فيه الايثير أو ثاني كبريتور الكربون مثلا يجب أن يكون أبعد مايمكن عن أى لهب في المعمل ، أنه في حالة التفاعلات التي تتم على درجات حرارة دون المائة فان الحمامات المائية تكفي لذلك كما أن التفاعلات التي تتم في مذيبات لها درجة غليان دون المائة بكثير مثل البنزين وكحول الايتايل فتتم على الحمام المائي الذى يسخن اما باللهب المباشر مع الحذر الشديد ، واما على حمام مائي كهربائي وهو الأفضل ، كما ان الحمام

المائى يستعمل أيضا فى تقطير أى مذيب أو أى ناتج تفاعل يغلى على درجة حراره اقل من مائة مئوية بدرجة معقولة •

اما اذا كان التفاعل يحتاج درجة حرارة اعلى من مائة مئوية أو كان المذيب الذى يتم فيه التفاعل يغلى على درجة أعلى من مائة أو كانت المادة المراد التعامل معها تغلى على درجة أعلى من المائة ففى هذه الأحوال يستعمل حمامات معدنية •

عملية التبريد

وكما يوجد حمامات تسخين توجد أيضا حمامات تبريد خصوصا لبعض التفاعلات المنتجة لكمية كبيرة من الحرارة أو اذا اقتضت الحالة درجات حرارة منخفضة ، ومن أبسط مايستعمل فى ذلك الثلج المجروش الذى يخفض درجة الحرارة الى ـ ٥°م ويجب أن يكون الثلج صغير القطع جدا • ويحتوى على بعض الماء ليمكن من الاتصال التام بين الدورق وبين الثلج حتى يتم التبريد بدرجة جيدة ، كما يحسن تحريك الدورق داخل الحمام من وقت لآخر • وفى حالة درجات الحرارة أقل من الصفر ، يمكن استعمال خليط متجانس بقدر الامكان من الثلج والملح (١جزء من ملح الطعام وثلاثة أجزاء من الثلج المجروش) مثل هذا الخليط يعطى درجة حرارة تصل الى ـ ٢٠°م •

ولدرجات حرارة ـ ٤٥° ، ـ ٥٠°م بعمل مزيج من خمسة أجزاء من الكالسيوم المتبلور ($CaCl_2 \cdot 6H_2O$) مع ٥ر٣ الى ٤ أجزاء من الثلج المجروش .

واذا كان الثلج غير متيسر يمكن مزج جزء من كلوريد الأمونيوم (NH_4Cl) وجزء من نترات الصوديوم ($NaNO_3$) في جزء الى جزئين من الماء وهذا يعطي درجة حرارة ـ ١٥°م ـ ٢٠°م ، اما اذا مزج ثلاثة اجزاء من (NH_4Cl) في عشرة اجزاء من الماء فان هذا يخفض درجة الحرارة ٣ الى ـ ١٥°م . أما اذا مزج جزء من ثيوكبريتات الصوديوم المتبلوره ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) في عشرة أجزاء من الماء فان هذا يخفض درجة الحرارة ١٣° الى ـ ١٣°م .

ويستخدم ثاني اكسيد الكربون الصلب (الذي يسمى باسم الثلج الجاف) في الكحول او مزيج من كميات متساوية من الكلوروفورم ورابع كلوريد الكربون ليعطي درجات حرارة حتى ـ ٥٠°م ، فاذا عمل خليط جيد المزج من CO_2 الجاف والمذيبات العضوية تنخفض درجة الحرارة الى ـ ٧٢°م مع كحول الأيثايل ، ـ ٧٢°م مع ثاني ايثايل الايثر أو الكلوروفورم او الاسيتون . ويمكن اجراء عملية التبريد في ترموس زجاجي او نحاسي للاحتفاظ بدرجة الحرارة المنخفضة مدة طويلة .

عملية الطرد المركزى

تستعمل فى المعامل أجهزة طرد مركزى كهربائية ويدويـــــة .
توضع فـــى حوامل الجهاز المعدنية أنابيب مخروطية صغيرة أو كـــؤوس
تحتوى على السائل المراد تحليله ، ثم يغطى الجهاز بغطائه الخـاص .
وبعدئذ يوصل الجهاز بالتيار الكهربائى (يمنع منعا باتا ترك الجهـــاز
وهو يدور بدون مراقبة) وبعد ٣ ـ ٥ دقائق يوقف الجهــــــاز
(وكذلك بعد أى مده مشار اليها فى طريقة التحليل) ثم يفصل سائل
الطرد المركزى عن الراسب بواسطة الماصات الشـــعرية .

ولما كان القسم الدوار من جهاز الطرد المركزى يدور بسرعة هائلـة
لذا ينبغى حرصا على الأمن وسلامتـه مراعاة مايلـــــى :

١ ـ توضع فى الحوامل أنابيب متســاوية الوزن ومملوءة بالتســــــاوى
بالمخلوط المراد فصله ، واذا كان من الضرورى فصل الســـــائل
الموجود فى انبوب واحد فقط وجب ان توضع فى الحوامـــــل
الفارغة انابيب مملوءة بالماء ومساوية للانبوب الاول حجما ووزنا .

٢ ـ قبل البدء بعملية الطرد المركزى ينبغى وضع الغطاء على الجهـاز
ولا يجوز أبدا تدوير الجهاز بدون تغطيـــــة .

٣ — يجب أن يكون الدوران سلسا ويستعمل لهذا الغرض مقـــاوم متغير ، كما ينبغى التدرج فى سرعة الدوران حتى تصل الى السرعة المطلوبـــة .

٤ — عند انتهاء عملية الطرد المركزى (وهى تستغرق من ٣٠ ثانيـــة الى عدة دقائق) يقفل التيار الكهربائى ويترك القسم الدائر من الجهاز ليقف وحده دون تدخل من الخارج .

٥ — لايجوز استعمال آلة طرد مركزى فيها خليل مـــا .

٦ — عند وضع عدة أنابيب فى مواسير آلة الطرد المركزى يجب ترقـــيم الحوامل والأنابيب كى يسهل تمييزها بعد العمليـــــــة .
وتكتب الأرقام بصباغ ثابت سريع الجفاف أو بقلم خـاص .

قواعد العمل

عند اجراء الاعمال المعملية يكتسب الطلاب خبرة أساسية فـــى تكنيك التجربة الكيميائية ، وتحدد هذه الخبرة فى المستقبل المقدرة على العمل فى المعامل الكيميائية الأخرى • ولهذا ينبغى على الطلاب وهـــم يبدأون العمل فى معمل الكيمياء التحليلية أن يستوعبوا القواعد الـــتى تعتبر فى أغلب الحالات عامة بالنسبة لجميع المعامل الكيميائية •

١ ـ قبل البدء بالعمل فى المعمل يجب توضيح هدف التجربـــــــة والتعرف على الأسس النظرية للمشكلة ومن ثم الشروع فـــى التحليل بعد وضع خطة للعمل •

٢ ـ ينبغى أثناء العمل فى المعمل المحافظة على النظام والنظـــــافة والتقيد بقواعد الأمن المعملى ، فأغلب الأعمال التى تؤدى فى جو من الفوضى والاهمال تعاد مرة أخرى ويكون فى ذلك مضيعة للوقـــت والجهد والمـــــال •

٣ ـ يجب تنظيم العمل بحيث يكون بالامكان أثناء العمليات المعمليـــة

الطويلة الأمد (مثل الهضم والانحلال والحرق ... وغيرها) انجاز عمل آخر فى نفس الوقت .

٤ – لا يجوز تسخين أنابيب الاختبار الحاوية على محاليل المواد المتفاعلة على لهب قوى وذلك لأن السائل يترذذ عندئذ من الأنبوب ، الأمر الذى يؤدى الى ضياع المادة المدروسة ولهذا ينبغى تسخين الانابيب فى حمام مائى ، وعند تسخين المحاليل فى أنابيب الاختبار لا يجوز توجيه فوهة الانبوب نحو نفسك أو جيرانك كما لا يجوز النظر الى الأنبوب من أعلاه وذلك لأن احتمال ترذذ المادة من الأنبوب قد يؤدى الى عواقب سيئة .

٥ – عندما تريد شم المواد ينبغى بحركة خفيفه من راحة اليد توجيه تيار الهواء من الاناء الى أنفك .

٦ – ينبغى اتخاذ احتياطات خاصة اثناء استخدام آلة الطرد المركزى (كما فى الفصل السابق) .

٧ – لا يجوز الاسراف فى الاستهلاك للكواشف والماء المقطر والغاز والكهرباء ، ويمكن التوفير فى الكواشف عن طريق اجراء التجارب بأقل كمية ممكنة من المادة المراد تحليلها .

٨ – ينبغى اجراء جميع التفاعلات التى ينجم عنها دخان أو ضباب أو أبخرة وغازات ضارة أو ذات رائحة كريهة فى أماكن مخصصة

لهذا الغرض ومزودة بجهاز فعال لسحب الغازات •

(يمنع منعا باتا العمل بالمواد المذكورة أعلاه فى أماكن غير مزودة بجهاز خاص لسحب الهواء والغازات) •

٩ ـ تصب المحاليل الحمضية المستخدمة وبقايا الاحماض وكبريتيد الهيدروجين والمركبات الكبريتية ومركبات الزئبق والفضة والمحاليل الحاوية على اليود وغيرها فى أوعية مخصصة لهذا الغرض يمنع صب المحاليل المذكورة فى المفاصل المتصلة بشبكة المجارى العامة •

١٠ـ يجب أن تكون المصابيح الغازية صالحة للاستعمال ، والا فقد يتسرب الغاز من المصباح وينتشر فى المعمل •

كما ينبغى أيضا تنظيم لهب المصباح الغازى بدقة ، اذ عندما يكون ضغط الغاز ضعيفا وتيار الهواء شديدا يشتعل الغاز احيانا داخل المصباح يضعف عندئذ لهب المصباح ، وتسمى هذه الظاهرة بتسلل اللهب ، ففى هذه الحالة لا يستطيع الغاز الاختلاط بالهواء اختلاطا جيدا مما ينجم عن ذلك انخفاض درجة حرارة اللهب واحتراق الغاز احتراقا غير كامل حيث يتسمم عندئذ جو المعمل •

١١ـ يجب تنفيذ التجارب فى الموعد المحدد أو قبله وبنوعيه جيدة

ومن الضروري توفير الوقت والسعي نحو صرف أقل جهد ممكن وهذا يتم عن طريق التنظيم العملي للعمل .

١٢- لايجوز أن توضع على الطاولة أدوات لاتمت للعمل بصلة (كالحقائب والمحافظ والأجهزة غير الضرورية .... وغيرها) ولا يجوز حشو أدراج الطاولات بقصاصات الورق وأوراق الترشيح المستعملة والأواني المكسرة وماشابه ذلك .

١٣- من الضروري تطوير المقدرة على المعايره والضبط الكيميائي غير المتميز واتقان طرق المعالجة الرياضية لنتائج التحليل واستنباط نتائج صحيحة .

عند الدخول إلى المعمل

١ - ملاحظة وجود ورقة بأي معلومات تركها الزميل السابق من عدمه وتنفيذها .

٢ - فتح الشبابيك والأنوار .

٣ - التأكد من وجود مياه الصنبور من عدمه .

٤ - الاستمرار في ال[illegible]ل .

عند استخدام الأجهزة

١ ـ التأكد من سلامتها وأنها تعمل بشكل طبيعى .

٢ ـ التأكد من طريقة استعمال كل جهاز ، وأنك تتقنها والا استعن بالزميل الذى يعمل عليه .

٣ ـ بالنسبة للأفران تأكد من عدم وجود عينات بها لاتخصك مالم تكن هناك مذكرة من الزميل بكيفية التعامل معها . وفى حالة وجود ما مع عدم وجود مذكرة عنها ، أخرجها من الفرن واترك مذكرة بها .

٤ ـ لاتخرج أى عينات لاتخصك من المجفف أو من الثلاجة أو الفريزر .

٥ ـ عند استعمال الميزان لاتترك أبوابه مفتوحة ولاتترك أى آثار أو عينات على الكفة أو فى غرفة الكفة بل استعمل الفرشاة فى ازالتها فورا ، وغطه بالغطاء البلاستيك بعد الاستعمال وانزع وصلة الكهرباء .

٦ ـ لاتضع أى أدوات أو أشياء فوق الميزان أو الأجهزة المختلفة .

٧ ـ ممنوع التدخين داخل المعمل اطلاقا .

عند استعمال المحاليل الكاشفة

١ ــ تأكد من اسم المحلول ورقمه وأنك تقصده بنفس التركيز المسجل على الزجاجة •

٢ ــ أى كمية من المحلول تخرج من الزجاجة لا تعاد اليها بأى حال من الأحوال •

٣ ــ التأكد من تاريخ ومدة صلاحية المحلول قبل استعماله •

٤ ــ تأكد من أن المحلول شفاف وخالى من أى شوائب أو عكار وإلا غيره وحضر بدلا منه •

٥ ــ نفذ التعليمات الخاصة بالمحاليل مثل ((يحفظ فى ثلاجة ، لاتترك مفتوحة ، يوضع المحلول فى زجاجة بنية ، لا يعرض للضوء •••••• الخ))

٦ ــ لاتستخدم أى محليل ليس عليه بيانات كافية واعتبره كأن لم يكن •

٧ ــ لاتترك أى محلول أو عينة دون كتابة بيانات عليها حتى ولو لمدة دقيقة واحدة ، بل يجب أن تسبق البيانات وضع المحلول أو العينة فى الزجاجة •

٨ ــ تأكد من وجود كميات كافية من المحاليل التى تحتاج اليها

فى التحليل قبل الشروع فيه •

٩ ـ لاتترك أى محلول فى زجاجة بدون غطاء ولاتفتح اكثر من زجاجة واحدة فى وقت واحد حتى لاتتبدل الأغطية فمجرد تبديل أغطية زجاجتين يفسد المحلولان فى الزجاجتين ولاتضع غطاء الزجاجة على طاولة المعمل ((المنضدة)) مباشرة ولكن ضعه على ورقة ترشيح نظيفة •

١٠ـ لاتستعمل المحاليل وهى ساخنة الا اذا نصت الطريقة على ذلك ، ولايجب تسخين المحلول المحفوظ فى الزجاجات ((الستوك)) بأى حال من الأحوال ، الا بعد نقل الكمية المطلوبة منه فى اناء زجاجى آخر •

١١ـ عند تحضير محاليل جيدة توضع فى الزجاجات السابقة لنفس المحلول دون الحاجة الى غسلها من جديد •

١٢ـ يجب أن يلصق على الزجاجات بيانات عن تاريخ التحضير الجديد واسم القائم بالتحضير فوق البيانات القديمة أو بدلا منها عند كل مرة يحضر فيها المحلول من جديد •

١٣ـ فى حالة انتهاء مدة المحلول القديم دون استنفاذه يستبعد الباقى ويعاد غسل الزجاجة بالماء المقطر ثم بالمحلول الجديد •

١٤ـ بصفة عامة لاتستعمل محلول مر على تحضيره اكثر من عام

كامل ، مالم ينص على غير ذلك •

١٥ـ يجب اعادة زجاجات المحاليل الى اماكنها بعد استعمالها مباشـــرة •

١٦ـ لاتكتب اى بيانات على زجاجات المحاليل (((الستوكات))) سوى البيانات المتعارف عليها فقط ((سوف نذكـــر نموذج لها فى نهاية هذا الفصل)) •

١٧ـ لاتنقل الأحماض المركزة من زجاجاتها الأصلية الا فـــى أدوات حجرية جافة تمامـــا •

١٨ـ عند تحضير المحلول لأول مرة يجب غسل الزجاجة الـتى سوف يحفظ فيها بالمحلول قبل وضعه فيها •

عند استخدام الزجاجيات

١ ـ لاتوضع الأدوات الزجاجية فى الدولاب الا اذا كانت :

أ ـ مغسولة جيدا بالماء العادى •

ب ـ مغسولة بالمـــاء المقطـــر •

ج ـ جـــــافـة •

٢ ـ الماصات ، المصاحات ، المخابير المدرجة التى تستعمل

مع أيد روكسيد الصود . أو البوتاسيوم تميز بعلامة ولا تستخدم
مع غيرها من المحاليل حتى ولو غسلت بالماء المقطر ٠

٣ ـ يجب تغطية السحاحات العادية اذا تركت فى الحامل ويجب الا تترك فيها المحاليل بل تغسل بالماء المقطر ولو لمرة واحدة عند تركها ، على أن تستخدم فى المرة التالية لنفس المحلول ، ولكن اذا استعملت لمحلول آخر فيعاد غسلها جيدا بالماء العادى ثم بالماء المقطر ثم بالمحلول المراد قياسه ٠

٤ ـ يجب الا تلامس زجاجات الغسيل بالماء المقطر الأوانى الزجاجية أو المحاليل عند استعمالها ولكن تكون بعيدة عنها بمسافة كافية ٠

٥ ـ لا تضع ماء مقطر فى زجاجات الغسيل بالماء المقطر ولا تنقل الماء المقطر من الجراكن والجمد انات او من اناء الى آخر الا اذا كانت يدك نظيفة تماما من آثار المحاليل ومجففة ٠

٦ ـ تغسل الزجاجيات بعد استعمالها مباشرة لان ذلك أسهل وأيسر وأضمن لعدم الخطأ ٠

٧ ـ لا يكفى ازالة آثار أيد روكسيد الصوديوم والبوتاسيوم

بغسلها بالماء أو بالماء والصابون ولو لأى عدد من المرات بل يجب غسلها مرة على الأقل بحمض أيدروكلوريك مخفف ثم بالماء العادى ثم بالماء المقطر .

٨ ـ لاتستعمل أى زجاجيات مادام الماء المقطر يتجمع على جدارها على شكل قطرات أو جداول ولكن يجب اعادة غسلها جيدا بالماء والمنظف الصناعى أو الكيماوى اذا لزم الأمر ، ثم بماء الصنبور ثم بالماء المقطر مرتين أو ثلاثة على الأقل .

٩ ـ تغسل جميع الادوات الزجاجية قبل استعمالها بالماء المقطر مرتين أو ثلاثة قبل الاستعمال مباشرة ،الا اذا كانت لازمة لنقل الاحماض المركزه فيها فيجب تجفيفها تماما فى الفرن قبل الاستعمال .

١٠ـ لاتستعمل الأوانى الحجمية المستعملة للقياس أو النقل مع المحاليل الا اذا غسلت من المحلول مرة قبل الاستعمال .

١١ـ تأكد من سلامة صنابير السحاحات قبل استعمالها .

عند استعمال الجواهر الكاشفة

(الكيماويات الأصلية)

١ ـ تأكد من درجة نقاوتها وماركتها قبل الاستعمال .

٢ ـ تأكد أنها مغلقة باحكام وغير متميعه وليست بها شوائب .

٣ ـ لاتتركها مفتوحة عند اخذ كمية لوزنها منهـا .

٤ ـ لاتسحب محتويات زجاجات الاحماض المركزة والمذيبات العضوية بالماصات بالفم ، باى حال من الاحوال ولكن انقلها فى مخابير أو بماصات مدرجة جافة تضعها فى الزجاجة وتتركها حتى تمتلئ ثم تقفل بالسبابة ، وتحدد الحجم المطلـوب .

٥ ـ اعد الكيماويات الى اماكنها بعد استعمالها .

٦ ـ لاتستعمل أى مادة كيماوية ليس عليها بطاقة البيانات الأصلية بالاسم الانجليزى للمادة والماركة ودرجة النقاوة واسم الشركة المنتجة وتاريخ الانتاج ومدة الصلاحية (فى المواد التى تتأثر بالتخزين بصفة خاصة) .

عند الخروج من المعمل

١ ـ تأكد من قفل محابس : المياه ، الغاز ، الكهربـاء ومن غلق الشبابيك والدولابات •

٢ ـ تأكد من فصل الكهربا عن الأجهزة وتغطيتها بأغطيتها الخاصة •

٣ ـ تأكد من نظافة الادوات الزجاجية والمناضد والمعمل بصفة عامة •

٤ ـ اترك ورقة بالملاحظات عن اى أمر تريد تنبيه الزميل الآخر الذى سوف يستعمل المعمل بعدك •

البيانات التى تسجل على زجاجات المحاليل

بطاقة ثابتة	مثال
اسم المادة الانجليزى	BORIC ACID
اسم المادة العربى	حمض البوريك
الرمز الكيميائى	H_3BO_3
التركيز	SATURATED (مشبع)
الملاحظات الضرورية	لا يحفظ أكثر من ٣٠ يوما

بطاقة مؤقتة

مثال

اسم الذى حضرها	الخسـاوى
تاريخ التحضير	١٩٨٧/٦/١

البيانات التى تسجل على العينات

مثال

اسم العينة	سيرم، معاملة ٣/ك ٤٧٢
اسم الباحث	الخسـاوى
تاريخ أخذها	١٩٨٧/٦/١
ملاحظات : مثل : .... تحفظ فى ثلاجة ، تحفظ مجمدة ...... الخ	تحفظ مجمدة

الاختصاصات على زجاجات المحاليل الكاشفة

N عياري ، أي الوزن المكافئ من الماده مذاب في لتر •

M مول ، أي وزن جزيئي من المادة مذاب في لتر •

(S) محلول قياسي ، أي عياريته مضبوطة أو تركيزه محسوب بالضبط •

W/V وزن في حجم (أي محسوب بوزن معلوم من المادة في حكم معلوم من المحلول) •

W/W وزن في وزن (أي محسوب بوزن معلوم من المادة في وزن معلوم من المحلول) •

V/V حجم في حجم (أي محسوب بحجم من سائل أو محلول في حجم من المحلول النهائي)

درجات النقاوة

من أهم ما يجب مراعاته بالنسبة للجواهر الكاشفة هو درجة نقاوتها •

ومن المعلوم أن هناك ارتباط واضح بين درجة نقاوة ماده ما وسعرها فكلما كانت المادة نقيه كلما تكلفت عملية تنقيتها تكاليف أعلى وبالتالي زاد سعرها ، فبينما يكون سعر الكيلوجرام من مادة درجة نقاوتها تجارية بين بضعة دولارات أو أجزاء من الدولار نجد أنه قد يصل سعر الجرام الواحد منها

فى درجة النقاوة القياسي ى مئات الدولارات .

وليس بالضرورة أن تكون المواد الكاشفة بدرجة نقاوة عالية أو عالية جدا كما أن نوعيات خاصة من المحاليل تتطلب موا د كاشفة يجب أن تكون على درجة نقاوة فائقة .

ولما كانت درجة النقاوة هى التى تحدد استخدام المادة فى تحليل معين من عدمه ، كما أنها هى التى تحدد السعر الذى يمكن أن تشترى المادة الكاشفة على أساسه ، لذلك يلزم القانون الشركات المنتجة لتلك المواد بتوضيح درجة نقاوة المادة على عبواتها واغلاقها باحكام وبطريقة تدل الباحث على عدم فتحها منذ انتاجها فى الشركة لحين استعماله هو لها وبشكل يصعب تقليده أو محاكاته .

وقد اصطلح على خمس درجات للنقاوة هى :

١- مادة تجارية : COMMERCIAL

وهى غالبا ما تحتوى على شوائب وتصلح لأغراض صناعية أو استخدامات غير تحليليه وقد يصلح بعضها للتحليل الوصفى وهكذا لا تصلح اطلاقا للتحليل الكمى .

٢ - مادة نقية PURE

وهى تحتوى على نسبة قليلة جدا من الشوائب غالبا تذكر نسبتها على العبوة كحد أعلى ، ومعظم المواد الكاشفة غير الأولية تحضر بهذه الدرجة من النقاوة ، وتختلف صلاحية هذه المواد للتحليل تبعا لنوعية التحليل ودرجة الدقة المطلوبة فيه ودرجة الثقة فى طريقة التحليل ، كما أن هذه النقاوة أيضا المنطوية تحت هذه الدرجة تختلف باختلاف الشركات المنتجة ، وتحدث المفاضلة بين منتجات الشركات المختلفة تبعا لنسب المواد الشائبة والثقة فى منتجات الشركة التى تتضح من اختيارات النقاوة واختيارات الدقة للمواد المستعملة التى تنتجها .

وعموما تصلح هذه الدرجة لعمل المحاليل الغير قياسية والتحليلات غير الدقيقة وفى كثير من الأحيان تهمل الشركات ذكر درجة النقاوة PURE على عبواتها وتعتبر العبوة التى لايذكر عليها درجة نقاوة من أى نوع هى عبوات تحوى مواد نقاوتها من هذه الدرجة .

٣ - مادة أولية :PRO - ANALYSIS

وهى المواد الأولية التى تصلح لعمـــــل المحاليل القياسية الأولية وهى مواد عالية النقاوة ذات مواصفات خاصة ويجب ان لاتزيد نســــبة الشوائب بها عن ٥ر٪ ، ونسبة المواد المؤثرة على التحاليل المستخدم فيه المحلول المحضر عــــن ٠٠١ر٪ ، وهذه المواد تصلح لعمل المحاليــل للقياسات الكمية الدقيقة وتميز عبواتها بالعلامات التالية :

A. R أو G. R أو ANALAR

٤ - مادة قياسية : STANDARD

وهى مادة فائقة النقاوة وتكاد تكون خا لـيــة تماما من أى شوائب أو مواد أخرى سواهـــا وهى غالبا ماتوجد فى عبوات صغيرة غالبا لاتزيد عن عشرة جرامات وأحيانا لاتزيد عن جرام واحــــد وتستعمل لعمل المحاليل القياسية المتدرجة عالية الدقة التى تستخدم للتعبير

CALABIRATION STANDARD

وتستخدم لضبط الطرق والحكم على دقتها وتحديد درجة الثقة فيها ، كما تستخدم لتعيير المحاليل والأجهزة ومنحنيات القياس وغيرها وخاصة في التحليلات الدقيقة والفائقة الدقة .

٥ - كيت KITT :

وهي مادة قياسية STANDARD معلومة الوزن أو الحجم بالضبط وتستعمل لتقدير خام بمواصفات خاصة وهي بالغة الدقة وخاصة بالنسبة للمواد الحيوية .

كيفية استعمال دفتر المعمل

يدون الطالب جميع المعلومات والنتائج الخاصة بالأعمال المعملية فى سجل خاص يسمى دفتر المعمل ، ويعتبر هذا الدفتر بمثابة دفتر مذكرات عن العمل المعملى ، وهو الدليل الأول للطالب فى المعمل كما يمثل تقريرا عن العمل المنجز .

ولا يسمح بتدوين أى شئ فى دفاتر أخرى أو مسودات أو على أوراق منفصلة ، وعلى الطالب أن يسجل المعلومات فى الدفتر أثناء العمل فى المعمل ، ويجب أن يجرى التسجيل بصورة منتظمة وأن يكون واضحا دقيقا وحسب خطة معينة ، وينبغى أن يتم تدوين جميع المعلومات حول الأعمال المعملية قبل نهاية العمل فى المعمل ، ولا يجوز تأجيل ذلك الى اليوم التالى ، ومن المستحسن تسجيل نتائج التجربة والمشاهدات الخاصة بعد انجاز العملية التحليلية مباشرة ، ولا يجوز البدء بتجربة جديدة طالما أن نتائج التجربة السابقة لم تدون كلها .

وفيما يلى نموذج لصفحة من دفتر المعمل خاصة بتحليل كيميائى لتقدير الأزوت الكلى فى مادة عضوية أو حيوية .

جامعة الأزهر
كلية الزراعة
قسم الانتاج الحيوانى
معمل بحوث كيمياء التغذية

التحليل الكيميائى لتقدير البروتين

اسم القائم بالتحليل :
التاريخ / / ١٩م

ثوابت التحليل :

قوة الحض المستخدم للمعايرة
حجم الحض فى معايرة الأخطاء (BLANK) عيارى
عند حجم ( ) مل
عند حجم ( ) مل
معامل التقدير

اسم العينة	رقم دورق الهضم	وزن العينة MG	حجم الدورق المعيارى للتخفيف ML	حجم عينة التقطير ML	حجم الحض فى المعايرة ML	حجم المعايرة بعد طرح حجم معايرة الخطأ ML	المتوسط ML	النسبة المئوية للأزوت الكلى فى المكررات (المتوسط x معامل التقدير)	متوسط الأزوت الكلى فى العينة	ملاحظات

استعمال المراجع والنشرات الدورية الخاصة بالكيمياء التحليلية

غالبا مايحتاج المحلل الكيميائى الى الاستعانة بالمراجع المحلية والأجنبية المتخصصة بالكيمياء التحليلية ، وذلك عند تحضير أو تقدير مادة التحليل وعند تنفيذ التجارب وأثناء تنظيم النتائج وكتابة الرسائل العلمية ، ولهذا فان معرفة هذه المراجع واتقان استعمالها يعتبران أمران هامان جدا .

وعلى الطالب أن يتعلم استعمال الفهارس والنشرات الدورية المحلية والأجنبية فى الكيمياء والتكنولوجيا الكيميائية وأن يتعرف تحت اشراف الأساتذة على طرق تحضير وكتابة التقارير العملية والمعلومات والمقالات والملخصات وغيرها من الوثائق التكنيكية .

وكثيرا مايحتاج العمل المعملى الى الاستعانة بالكتب والمجلات والفهارس والموسوعات العلمية وغيرها ، لذا ينبغى على الطالب أن يتعلم التفتيش بنفسه عن المادة العلمية الضرورية وأن يتقن استعمالها وتحليلها بدون أية مساعدة خارجية .

ويجب الاسترشاد أثناء العمل بالمبدأ القائل بأن الأخصائي لا يستطيع الالمام بكل شيء بالرغم من معلوماته العميقة والشاملة بل عليه أن يعرف كيف يبحث في المصادر العلمية عما يهمه وأن يحلل المعلومات التي حصل عليها ٠

وفيما يلي بعض أشهر هذه المصادر والمراجع والنشرات الدورية :

أولا : كتب ومراجع أساسية

1 - GLICK , D.

METHODS OF BIOCHEMICAL ANALYSIS

INTERSCIENCE PUBLISHERS ; NEW YORK,

LONDON.

سلسلة أجزاء

2 - OSER , B. L.

HAWK'S PHYSIOLOGICAL CHEMISTRY

THE BLAKISTON DIVISION ,

MEGRAW - HILL, BOOK CO.,

NEW YORK.

صدرت أول طبعات الكتاب سنة ١٩٠٧ وهو يطبع دوريا حتى الآن ويقع في مجلد واحد وصدرت طبعته الرابعة عشر سنة ١٩٦٥م٠

3 - VARLEY , H ET AL :

PRACTICAL CLINICAL BROCHEMISTRY

WILLIAM HEINEMANN MEDICAL BOOKS LTD

23 BEDJORD SQUAVE ,

LONDON WC1B 3HH

وهو سلسلة أجزاء ويطبع بصفة دورية .

4 - VOGEL , A. I :

QUANTITATIVE INORGANIC ANALYSIS

LONGWAN'S

وهو يطبع بصفة دورية وصدرت طبعته الثالثة سنة ١٩٦١م.

ثانيا : نشرات دورية

وهذه النشرات تشمل الطرق المرجعية للتحليل وكذلك جداول تحليليه مفصله أو مختصرة عن تحليل المواد المختلفة المتعلقة بالبحوث الزراعية وغيرها .

من أهمها من ناحية البحوث الزراعية والحيوية :

١ — نشرات منظمة الأغذية والزراعة FAO .

٢ — نشرات منظمة الصحة العالمية WHO .

٣ — نشرات مركز البحوث القومية NRC .

٤ — نشرات مكتب الكيمائيين الزراعيين الدولية المعروفة باسم :

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGR."CUITURAL CHEMISTS" A. O. A. C

وينشرها BENJAMIN FRANKLIN STATION بواشنطن .

٥ — نشرات أخصائي التحليل الاكلينيكي الكيماوى الفيدرالى الدولى

THE INTERNATIONAL FEDERATION OF CLINICAL CHEMISTRY'S [illegible] PANEL (IFCC - EP)

ثالثا : مجلات علمية دورية

وهى المجلات والدوريات المتخصصة فى فروع الكيمياء التحليلية وتصدر عن العديد من مراكز البحوث والجامعات والأكاديميات العلمية والجمعيات العلمية فى العديد من دول العالم •

وأشهرها مايلــى :

1 - ANALYTICAL CHEMISTRY ABSTRACT

وهى تنشر ملخصات وبيانات عــن البحوث الخاصة بالكيميات التحليلية التى صدرت فى المجلات المتخصصة المختلفة•

2 - ANALYTICAL ACHEMISTRY

وهى مجلة تصدرها الجمعيـــة الكيميائية الأمريكية

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY

وتصدر فى أعداد شهرية •

الفصل الثاني

أخطار المعامل

ان الأخطار التي تصادف المشتغل في معامل الكيمياء العضوية تأتي أساسا من المصادر الآتية :

١ ـ المواد الكيميائية نفسها : وقد يكون ضررها عن طريق ملامستها للجلد أو استنشاق بخارها أو تناول طعام بيد ملوثة بهذه الكيماويات .

٢ ـ اخطار الحريق .

٣ ـ اخطار الاجهزة .

٤ ـ أخطار التوصيلات الكهربائية والغازية .

أولا : المواد الكيماوية

نوع الضرر الناتج عن المواد الكيماوية يتوقف على نوع المادة كما أن مدى استجابة الأشخاص للمواد يختلف من شخص الى آخر في

حدود ضيقـــة ٠

فهناك مواد تضر بالجلد فقط مثل احماض النتريك المركز والنتريك المدخن والخليك المركز والثلجي والكلوروخليك وثاني وثالث كلوروخليـــك وهذه المواد تضر بالجلد عن طريق تآكله أو دبغه بلون معين أو حرقـــه كما أن المواد الكبريتية كثير منها يجعل الجلد في حالة ألم يستدعـــى الـــــهرش ٠

وهناك مواد أشد ضرراً من ذلك مثل الفينولات التي تغير لون الجلد الى لون فاتح مع شعور بألم كألم الأشواك ، ويشارك الفينــولات في هذه الخاصية فوق أكسيد الأيدروجين المتوسط والعالي التركيز ٠

وقد تسبب المواد الكيماوية العضوية ضررا بالأغشية الحساسة مثل أغشية العين مما يؤدى الى اسالة الدموع بكمية زائدة مثـــــــــــــل بروميد البنزايل وثاني بروميد الزيلين بسبب أبخرتها التي توجد في الجو حتى ولو كانت بكميات قليلة ٠ ويتأثر منها بالاضافة الى العين أغشـــية الأنف والفم والبلعوم كما أنه عند (الهرش) بيد بها آثار من هـــذه المواد يحدث ألم في مكان الهرش ٠

وهناك مواد ذات أبخرة سامة للانسان بكميات متفاوتة من ذلك مثلا : أبخرة النتروبنزين والبنزين والتلوين والزيلين والديوكســـان وثاني كلوريد الايثيلين وثاني كبريتوز الكربون وكلوريدات الأحماض

العضويةوهاليدات الآكيل وهاليدات الآلايل . فهذه كلها مواد سامة يجب تجنب استنشاقها تجنبا تاما سواء كانت باردة أو ساخنة ، أى سواء كان ضغطها البخارى منخفضا أو مرتفعا .

وهناك مواد تؤدى أبخرتها الى التخدير اذا استنشقت بكميات كافية مثل الايثير والكلوروفورم — ويلاحظ أن الكلوروفورم ، ورابع كلوريد الكربون فى حالتهما النقية ، عند تعرضهما لضوء النهار أو للحرارة تتكون مادة الفوسجين السامة جدا للانسان ، اذ تهاجم القصبات الهوائية فى الرئة .

ويلاحظ أن استنشاق أبخرة كحولات البيوتايل والأمايل والهكسايل تؤدى الى اثارة الأغشية المخاطية للبلعوم والحنجرة مما يؤدى الى اثارة كحة شديدة .

وهناك مركبات عضوية شديدة السمية للانسان . وذلك مثل المركبات الفسفورية العضوية التى تؤدى عطلها عن طريق امتصاصها عن طريق الجلد أو عن طريق الفم وتؤدى أضرارا بالغة فى الجهاز العصبى فى حدود تركيزات منخفضة للغاية .

كما أن هناك مركبات عضوية زرنيخية مثل مشتقات الارسين تحدث بثرات مائية بالجلد نتيجة لتدخلها فى عمل بعض الأنزيمات الهامة .

هذه أمثلة عن بعض أنواع التسمم من المواد العضوية نذكرهـــا على سبيل المثال وليس على سبيل الحصر .

ثانيا : أخطار الحريق

أما من ناحية أخطار الحرائق فان كثير من المذيبات العضوية قابلة للالتهاب بشدة ومن أخطرها فى ذلك ثانى كبريتور الكربون وثانى ايثايل الايثير والبترول الخفيف والبنزين والتلـوين والكحولات .

فيجب الحذر عند تسخين هذه المذيبات ويكون ذلك باستعمال حمام مائى كهربائى ، ويجب عدم التسخين على حمام مائى يسخن باللهب كما يجب تجنب تقطيرها بجانب لهب مشتعل ، وبالنسبة للمذيبـات التى تغلى على درجات منخفضة انخفاضا معقولا عن المائة (٩٥°م فأقل) يستعان بالحمام المائى الكهربائى لهذا الغرض ، وفى حالة المذيبـات ذات درجات الغليان الاعلى من مائة يستعمل حمام زيتى يسخن على سخان كهربائى .

كما يراعى الاحتياطيات اللازمة فى عملية التسخين المذكـور فى الفصل الأول من هذا الباب .

ثالثا: أخطار الأجهزة

سوء استعمال الأجهزة الزجاجية قد يؤدي الى تحطيمها أو انفجارها مما يسبب اخطارا جسيمة نتيجة تطاير الشظايا الزجاجية التي تحدث جروحا قد تكون قاتلة .

ففي حالة الاجهزة الزجاجية التي تعمل تحت تفريغ فيجب أن يكون الدورق المفرغ صغير الحجم (لتر واحد او أقل) فان كان كبيرا فيجب أن يحاط بشبكة معدنية قوية لتصون المشتغل مما قد يحدث نتيجة لتحطم الدورق تحت تأثير التفريغ الشديد .

كما أن هناك اخطار يمكن ان تحدث نتيجة سوء استخدام أجهزة سوكسلت الزجاجية أو أجهزة الهضم الزجاجية حيث تنطوي على المخاطر الثلاث السابقة مجتمعة فهي تحتوي على مواد كيماوية كاوية أو سامة أو مخدرة مثل حمض الكبريتيك المركز الساخن في أجهزة الهضم والاثير البترولي القابل للاشتعال والمذيبات العضوية الأخرى السامة أو المخدرة في أجهزة سلوكست وفي نفس الوقت قد تتعرض للكسر نتيجة عدم تثبيتها المحكم أو تشغيلها تحت أرفف الزجاجيات والكيماويات أو بجوار صنابير المياه وتعرضها لتطاير رذاذ المياه من الصنبور ومن ثم تعرضها للكسر ، أو عدم متابعتها بعناية فقد ينقطع ماء الصنبور لأي سبب

أو ينقطع خرطوم التوصيل بين الصنبور والجهاز مما يؤدى الى توقف التكثيف وبالتالى الى انتشار بخار المذيب العضوى سريع الاشتعال فى جو المعمل •

رابعا: أخطار الكهرباء والغاز

تتمثل هذه الأخطار فيما ينشأ من مصابيح الغاز عندما تستعمل معها أنابيب مطاط مشققة رديئة ، فيتسرب منها الغاز الخانق أو القابل للاشتعال • وكذلك ترك هذه المصابيح مفتوحة أو تعرضها لانطفاء اللهب وتسرب الغاز دون اشتعال • وكذلك فى حالة استعمال الاسطوانات المعدنية المعبأة بالغاز قد تتعرض هذه الاسطوانات للهب أو للعنف عند الاستعمال أو استعمال اسطوانات رديئة وكذلك عدم احكام غلق تلك الاسطوانات عند ترك المعمل أو حدوث تلف فى صنبور الاسطوانة أو منظمها أو تشغيل تلك الاسطوانات بدون استعمال المنظم المعد لذلك بعد التأكد من سلامته •

وأما بالنسبة للكهرباء فقد تحدث الأخطار من سوء توصيل الأجهزة الكهربية جيدا أو ترك الاسلاك معراه أو مكشوفة أو استخدام وصلات خارجية بأسلاك ذات أقطار صغيرة لاتتناسب وشدة التيار التى تمر فيها أو لاتناسب استهلاك الجهاز من الكهرباء •

قواعد الأمن المعملى

اولا : التعامل بالأحماض والقلويات

١ – يجب الحذر أثناء التعامل بالأحماض والقلويات المركزة ، والانتباه كي لا تسقط هذه المواد على الجلد والملابس وذلك لأنها تسبب حروقا بالجسم وتخرب الملابس :

٢ – عند تخفيف حمض الكبريتيك المركز يجب صب الحمض ببطء وحذر في الماء وليس العكس ، وتنتج أثناء التخفيف كمية كبيرة من الحرارة ولهذا فقد يترذذ الحمض عند صب الماء فيه .

٣ – يراعى مايلى عند سكب كميات كبيرة من الأحماض والقلويات :

أ – ارتداء قفازات (أكف) مطاطية طويلة (بحيث تغطى اكمام الرداء) وفوطة مشمعه (مطاطيه) ووضع نظارات واقيه تغطى العينين من جميع الجوانب .

ب – استعمال سيفونات النقل عند نقلها ولا تنقل بحمل العبوة نفسها والسكب منها .

جـ ـ عند نقل الاحماض والقلويات المركزة بواسطة الماصة لايجوز مص السائل عن طريق الفم وانما توصل بالكرة المطاطية الخاصة بالشفط أو تملأ بتركها في الزجاجة الحاوية للمادة المركزة اذا كانت مملوءة حتى يترفع فيها الحمض أو القلوي من تلقاء نفسه ثم تسد بالسبابة وتنقل •

د ـ يستعمل الملقط لالتقاط القلوي الصلب ولايلتقط باليد •

هـ ـ عند سحب الاحماض أو القلويات المخففة بالماصات تستعمل لذلك ماصات خاصة ذات انتفاخ امان للتحرز من وصول المحلول الى الفم •

ثانيا : التعامل بالمواد السامة والضارة

يجب اتخاذ الاحتياطات التالية عند التعامل بالمواد السامة والضارة مثل املاح الباريوم والنحاس والرصاص والزرنيخ والزئبق ومركبات السيانيد والمواد العضوية التي ذكرت آنفا :

١ ـ يجب تحاشي دخول هذه المواد الى الجسم • ويمنع منعا باتا

تناول الطعام فى المعمل ، ويجب غسل اليدين غسلا جيدا بعد انتهاء العمل .

٢ — يجب وضع زجاجيات هذه المواد على أطباق خاصة لكى لا يتساقط جزء منها على المنضدة أو الأرض وخاصة (الزئبق) .

٣ — يجب التعامل مع المواد التى تنتج أبخرة سامة أو مخدرة فى حجرة خاصة لشفط الغازات .

ثالثا : التعامل بالمحروقات والمواد سريعة الاشتعال

١ — يراعى عند تسخينها ماسبق ذكره فى عملية التسخين فى الفصل الأول من هذا الباب .

٢ — يجب فى جميع الأحوال أن يتم تسخينها حتى ولو على حمامات مائية بحيث يزود دورق التسخين بمكثف مرجع حتى لا يتطاير البخار فى الهواء وأن تكون عناصر التسخين مغطاه .

٣ — يجب فك الأجهزة المحتوية أو التى كانت محتوية على المواد سهلة الاشتعال بعد الانتهاء من العمل وتركها فترة حتى تبرد مع استمرار عملية التكثيف حتى تمام التبريد (أى يوقف التسخين

قبل المكثف بوقت كاف) •

٤ – لايجب أن تترك الا واني المحتوية على هذه المواد بجوار الأجهزة أو المواد والمحاليل السا خنة مثل السخا نات الكهربية أوالمحولات ومثبتات التيار الكهربي التي تسخن مع التشغيل أو المحاليل الناتجة عن تخفيف الأحماض المركزة أو اذ ابة القلويات القوية حيث تكون د رجة حرارتها عالية قد تزيد عن ١٠٠°م مما يؤدى الى انفجار تلك الأواني المحتوية بجوارها والمحتوية على مذ يبات عضوية سريعة الاشتعال والمخفضة في درجة الغليان •

٥ – يجب حفظ المذ يبات العضوية في أماكن منخفضة الحرارة أو ثلاجات وعدم تعرضها بحال من الا حوال لا شعة الشمس حيث أن ارتفاع د رجة الحرارة ولو لبعض د رجات وخاصة في الصيف يؤ دى الى تبخرها داخل الزجاجات المحكمة القفل مما يؤدى الى حدوث ضغط عالي لهذا البخار قد يؤدى الى انفجارها أو تهشمها •

رابعا: التعامل بمواد تكون مخاليط متفجرة

١ – عندما تتبخر الغازات (كالهيدروجين والاسيتيلين وأكسيد الكربون والميثان ... وغيرها) والكحولات (الكحول الميثيلي والايثيلي والاميلي ... وغيرها) والاثيرات (أثير ثنائي الاثيل وأثير ثنائي الميثيل ... وغيرها) والهيدروكربونات السائلة السهلة الغليان (البترول – الهكسان ... وغيرها) والاسيتون وزيت الترينتينا وثاني كبريتيد الكربون وغيرها فانها تكون مع الهواء أو الاكسجين النقي مخاليط متفجرة . لذا يجب التعامل بمواد كهذه تحت نافذة سحب الغازات كي لاتتجمع أبخرتها في هواء الغرفة بكميات خطرة .

٢ – لايجوز فرك أو تسخين أو تكسير المواد التي تستطيع تكوين مخاليط متفجرة (الكلورات ، وفوق الكلورات وفوق الكبريتات والنترات ... وغيرها) الابعد الحصول على اذن من الاستاذ المشرف والاستماع الى توجيهاته وذلك لان عدم اتخاذ التدابير الاحتياطية اللازمة قد يؤدي الى حدوث انفجارات ذات عواقب وخيمة .

خامساً: التعامل بالغازات المضغوطة

تحفظ الغازات المضغوطة (كالنتروجين وثاني أكسيد الكربون والاكسجين والهيدروجين والاستيلين والكلور ... وغيرها) في اسطوانات فولاذية مقفله بصمامات خاصة تحميها أغطية فولاذية وقبل التعامل بالغازات المضغوطة ينبغي الحصول من الاستاذ المشرف على الارشادات والتعليمات العملية .

تفتح الاسطوانات بتدوير الصمام بحذر بعد أن تسد فتحة خروج الغاز بسداده في داخلها انبوب تصريف تغمس نهايته في وعاء استقبال يحتوى على ماء أو مادة قلوية أو اى سائل آخر يستطيع امتصاص الغاز الموجود في الاسطوانه وبعد أن تنظم سرعة مرور الغاز ، يمكن توصيل الاسطوانه الى أجهزة المعمل .

ومن الضرورى وقاية الاسطوانات الحاوية على غازات مضغوطه من الصدمات والهزات وغيرها من المؤثرات الميكانيكية الشديدة ، ويجب عدم تعريضها للتسخين .

الإسعافات الأولية أثناء الإصابات

يمكن تجهيز صيدلية للاسعافات الأولية توضع فى مكان سهل الوصول اليه فى المعمل على أن تحتوى على المواد الآتيـة :

صيدلية المعمل

١ – ضمادات مختلفة الحجوم من نسيج رقيق من الحرير وآخر من الكتان وآخر من القطن وشريط لاصق أو أى نوع مشابه له وحماله •

٢ – ملقط دقيق وابر وخيط ومقص ود بابيس •

٣ – قطـــاره دقيقـــــه •

٤ – نظـــــــارتـــان •

٥ – فازلين وزيت خروع وروح النشادر النشادر والنيار ومسحوق حمض البوريـــك ومسحوق كربونات الصوديوم ومسحوق كلورامين ومسحوق سلفاييريدين •

٦ – مرهم بكرات البوتسين ومستحلب الاكريفلافين مثل :
(برنـــول BURNOL) •

٧ – هلام حمض التنيك مثل (تاناقكس TANNAFAX) •

٨ ـ بطانية ضد الحريق وتحفظ فى مكان خاص خارج الصيدلية .

٩ ـ زجاجات تحتوى على :

١٪ حمض البوريك

١٪ حمض خليك

محلول مركز من بيكربونات الصوديوم

١٪ محلول بيكربونات الصوديوم

كحول

جلسرين

بنزول خفيف (درجة غليان ٨٠ ـ ١٠٠°م)

مطهر (مثل الديتول او السفلون) .

اسعاف الحروق

الحروق المتسببة عن الحرارة :

(مثل اللهب والاجسام الساخنة ... الخ)

فى حالات الحروق البسيطة التى لم يتهتك معها الجلد يمكن استخدام هلام حمض التنيك أو هلام الاكريفلافين او مرهم بكرات البيوتسين .

أما فى حالات الحروق الكبيرة او الحروق التى يحمر معهـــا الجلد أو الحروق التى تسبب فقفقة فى الجلد فيمكن استخدام هلام الاكريفلافين أو هلام بلورات البنفسج بدون تأخير وتطلـــب المساعدة الطبيه فى الحال •

الأحمـــاض على الجلـــد :

يغسل الجلد فى الحال بكميات كبيره من الماء ثم بمحلول كربونات الصوديوم المركزه ثم أخيرا بالماء فاذا كان الحرق بالحمض خطيرا يجب أن يتبع هذا بمطهر ثم يجفف الجلد ويغطـــى بهلام الأكريفلافـــين •

القلـويـات علـى الجـلـد :

يغسل الجلد فى الحال بكميات كبيرة من الماء ثم بمحلول حمض الخليك (١٪) واخيرا بالماء ، فاذا كان الحرق خطـيرا يتبع ذلك بمطهر ويجفف الجلد ويغطى بهلام الأكريفلافـــين •

البروم على الجلد :

يغسل الجزء المتأثر من الجلد في الحال بكميات كبيرة من الايثير البترولي ثم يدلك الجلد بالجلسرين ويترك الجلسرين فترة من الوقت على الجلد ثم يزال ويستخدم هلام الاكريفلافين .

الصوديوم على الجلد :

اذا كانت بعض بقايا الصوديوم موجوده على الجلد تزال بملقط في الحال ثم يغسل الجلد بالماء جيدا ثم بمحلول حمض الخليك (١٪) واخيرا يغطى بنسيج رقيق مشبع بزيت زيتون أو هلام الا كريفلافين .

الفوسفور على الجلد :

يغسل الجلد جيدا بالماء البارد ثم يعالج بمحلول نترات الفضة .

كبريتات المثيل على الجلـد :

يغسل الجلد جيدا فى الحال بكمية كبيرة مـــن محلول النشادر المركز ، ثم يدلك الجلد بلطف بقطعة من القطن مشبعة بمحلول النشادر المركز .

مـواد عضـويـة علـى الجلـد :

يغسل الجلد بالكحول ثم بالصابون والماء الفاتر .

اسـعاف قطـع الجلـد (الجـروح) :

اذا كان القطع صغيرا يترك ليدمى قليلا لبضع ثوان مع ملاحظة عدم وجود بقايا زجاج بالجلد ، ثم يطهـــر الجرح بالكحول أو الديتول او محلول الكلورامين رت ١٪ أو مسحوق سلفاپـيرديـن ويعصب الجرح بضمادة .

اسعاف وحوادث العين

فى كل حالات اصابات العين يحسن استدعاء الطبيب للمريض ، فاذا كان الحادث خطيرا وجب طلب المساعـدة الطبية فى الحال مع عمل الاسعافات الأولية مؤقتـا .

الحمض في العين :

اذا كان الحمض مخففا تغسل العين مرارا بمحلول بيكربونات الصوديوم (١٪) في حمام العين .

أما اذا كان الحمض مركزا تغسل العين أولا بكمية كبيرة من الماء ، ثم بمحلول كربونات الصوديوم .

القلويات في العين :

تغسل العين جيدا بالماء ثم بمحلول بيكربونات الصوديوم (١٪) .

الزجاج في العين :

يزال الزجاج المنفرد بلطف من العين بملقط او بغسل العين بالماء في صمام العين ويستدعى الطبيب في الحال .

والآلام المتسببة عن الحوادث البسيطة للعين يمكن تخفيفها بوضع نقطة من زيت الخروع في ركن العين .

إطفاء الحرائق

الملابس المشتعلة :

يمنع الشخص المشتعل من الجرى أو التهوية للهب ويطرح المريض أرضا ، ويلف ببطانية ضد الحريق باحكام حول الملابس المشتعلة حتى تنطفئ النار .

المحاليل المشتعلة :

تطفأ جميع مصابيح الغاز فى المعمل ، وكذلك جميع الاجهزة الكهربائية القريبة من الحريق ويبعد كل شئ مشتعل والتحكم فى الحريق يعتمد على حجمه ونوعه .

فمثلا اذا كان الحريق صغيرا كاحتراق محلول فى كاس او دورق أو حمام زيتى فانه يطفأ بقطعة من القماش مبللة بالماء وبذلك تخمد أنفاس الغاز فى الحال لقلة الهواء .

أما اذا كان الحريق كبيرا فيستخدم الرمل الجاف فى عملية الاطفاء ، [illegible] يجب توزيع جرادل الرمل الجاف فى كل مكان فى المعمل لاستعمالها عند اللزوم ويطفأ معظم النار

من على مناضد المعمل باستخدام كمية كافية من الـــرمل •

واذا ما استعمل الرمل مرة وجب التخلص منه بعد ذلك اذ ربما يكون محتويا على كميات كافية من المواد الملتهبة غـــير الطيارة (مثل النتروبنزين) ومع أن الرمل عامل مؤثر قوى فـــى اخماد اللهب إلا أن من مضاره تلف المواد الملقى عليهـــا وتحطيم الاجهزة الزجاجية المحيطة بمنطقة اللهب من تاثـــير ثقل الرمل •

ويمكن بطريقة أخرى اطفاء الحرائق الصغيرة برابــــع كلوريد الكربون اذ يوجه مباشرة الى اللهب بكميات ضخمـــة وباستمرار من مضخة صغيرة خاصة (مثل مضخة اطفاء الحريـــق " بيرين ") وتغطية أبخرة رابع كلوريد الكربون الثقيلـــة للمنطقة المشتعلة هى التى تتسبب فى اخماد النار •

وجب أن يراعى بوجه خـــاص مايأتــــى :

١ — عدم استعمال رابع كلوريد الكربون اذا كانت المـــادة المشتعلـة صوديوم أو بوتاسيوم والاحدث انفجار هائل •

٢ — يجب تهوية المعمل فى الحال بعد اخماد النـــار للتخلص من الأبخرة السامة مثل الفوســـجين •

٣ – عند اخماد زيت مشتعل أو مذيب عضوى يجب عـــــدم
استخدام الماء لأنه يساعد على انتشار الغاز بينما يكـــون
المخلوط من الرمل وكربونات الصوديوم تأثير قوى علـــى
الاطفـــاء .

اسعاف التسمم

السموم اما أن تكون صلبة أو ســـائلة .

اذا كانت بالفم ولم تبلغ في المعدة تبصق من الفم في الحـــال
ويغسل الفم بالماء مـرارا

واذا ابتلع السم في المعدة : يستدعى الطبيب فى الحـال

وفي هذه الأثناء يجب اعطاء جرعة ضد السم حسب طبيعة المادة :

١ – أحماض بما فيها حمض الأكسـاليك :

تخفف بشرب كميات كبيرة من الماء مصحوبا بماء الجير
أو مستحلب المغنسيا ،يعطى اللبن بكثرة ولا تعطى مقيئات.

٢ ـ القلويــات الكاويــة :

تخفف بشرب كميات كبيرة من الماء مصحوبا بالخـل
أو عصير الليمون أو البرتقال أو محاليل حمض اللاكتيك
أو الليمونيك ويعطى بكثرة ولا يعطى مقئ

٣ ـ أملاح الغـازات الثقيلة :

يعطـى اللبن أو بياض البيــض .

٤ ـ مركبات الزرنيخ والزئبـــق :

يعطى مقئ في الحال (مثلا ملعقة شاى واحدة
من الخردل أو ملعقة كبيرة من ملح الطعــام
أو كبريتات الخارصين في كوب به ماء فــاتر) .

الغازات

يبعد المريض عن جو الغاز الى الهواء الطلق وتفك الأربطة التي حول العنق .

فاذا ما استنشق المريض غاز الكلور او البروم بكميات صغيرة وجب ان يستنشق ابخرة النشادر او يتغرغر بمحلول كربيكربونات الصوديوم ثم يستحلب المريض حبات الأكالبتس (EUCALYPTOUS PASTILLES) أو يشرب روح القرفة او النعناع المخفف لحماية الحنجرة والرئة .

أما اذا وقف التنفس أمكن عمل تنفس صناعي للمريض .

ويمكن استعمال نفس الطريقة اذا كان التسمم بأكاسيد النيتروجين او انهيدريدات الهالوجينات .

الفصل الثالث

طرق التحليل

تنقسم طرق التحليل الى قسمين رئيسيين :

١ تحليل وصفي Qualitative Analysis

٢ تحليل كمي Quantitative Analysis

و يبحث التحليل الوصفي في معرفة العناصر المكونة لمركب او مخلوط ، لكنها لا تتعرض اطلاقا لمكونات المادة كميا .

اما طرق التحليل الكمي فتبحث في تقدير كميات المكونات او العناصر الداخلة في تكوين المركب او المخلوط .

و يتوقف تقدير مادة ما في التحليل الكمي على قياس الخواص الكيميائية للمادة ذات العلاقة بالكمية الموجودة في المادة المذكورة ، و يمكن اجراء ذلك بطرق مختلفة يمكن وضعها في الاقسام التالية :

طرق تحاليل كمي بالوزن Gravimetric analysis

يتوقف التقدير الكمي بالوزن على امكانية عزل العنصر او احد مركباته على صورة نقية ، بحيث تكون على حالة ثابتة تسمح بوزنه ، ثم باستخدام معرفة

الاوزان الذرية لمكونات المركب يمكن حساب كمية العنصر المراد تقديره ، ويتم ذلك عادة فى الخطوات التالية :

١	الترسيب	Precipitation
٢	الترشيح	Filration
٣	التحميص و الحرق	Incineration
٤	الوزن	Weighing

فمثلا : عند تقدير الكلور فى احد محاليله يرسب بكمية زائدة من نترات الفضة ثم يرشح الراسب على ورقة ترشيح عديم الرماد ، ثم يجفف او يحرق و يوزن ، و تحسب كمية الكلور حيث تمثل نسبة ٣٥٫٥ من ١٤٣٫٣ من وزن الراسب ، و من عيوب هذه الطريقة انها غير دقيقة لانها تعتمد فى نتيجتها النهائية على الوزن ، و بذلك لا يمكن قياس العناصر فى محاليلها المخففة جدا ، بحيث يقل الراسب فيها عن حساسية الميزان الحساس ، كما ان الخطأ فيها يكون كبيرا ، فمثلا عند تقدير الكالسيوم بالطريقة الوزنية فى محلول يحتوى على جرام كربونات كالسيوم فى متر مكعب من ماء الشرب مثلا فان الخطأ المسموح به فى الميزان الحساس يكون عشرة اضعاف كمية الكالسيوم التى يمكن تقديرها فى ٥٠ مل من هذا المحلول .

طرق تحليل كمي بالحجم
Volumetric Analysis methods

تقوم فكرة هذا النوع من التقدير على حساب الحجوم الداخلة فى التفاعل فى محلول معلومة التركيز ، و لقد بنيت هذه الفكرة على نظرية تعادل العناصر و المركبات فى المعادلات الكيماوية على اساس اوزانها المكافئة ، و هذه الطرق سوف نتناولها بالتفصيل فيما بعد .

طرق التحليل الكهربية

Electrochemical methods

وهذه الطرق تعتمد على الخصائص الكهربية واستغلالها فى التعرف على مادة ما فى محاليلها وصفيا وكميا ، وتشمل هذه المجموعة من الطرق الاقسام المختلفة التالية :

قياس الجهد الكهربى Potentiometry

عندما تغمس قضيب فى محلول من احد املاحه مثل قضيب الزنك فى محلول من كبريتات الزنك ، يتكون جهدا كهربيا بينهما ، ويمكن معرفة تركيز ايون الزنك فى المحلول بمعادلة خاصة بدلالة الجهد الكهربى .

قياس درجة التوصيل الكهربى

بنيت نظرية التقدير باستخدام درجة التوصيل الكهربى على اساس تفاعل الايونات وتكوين الاملاح الاقل تأينا ، وبذلك تكون النتيجة ان تحل ايونات الاملاح فى المحلول محل ايوناته الحرة وعلى ذلك تقل درجة توصيل المحلول للتيار الكهربى ، وان درجة اختلاف التوصيل الكهربى تتناسب تبعا لهذا التحول .

قياس التيار المستقطب Polarography

تقوم فكرة هذا النوع من التحليل على علاقة التيار المستقطب فى محلول ما بكمية المادة المتأينة ، وذلك بمقارنتها بمحاليل قياسية من نفس المادة .

قياس الحرارة الكهربية

Thermoelectric

من المعروف ان مرور التيار الكهربى فى المحاليل الموصلة له تسبب ارتفاعا فى درجة حرارتها نتيجة مقاومة هذه المحاليل لمرور التيار الكهربى ، ونظرا لان هذه الحرارة سببها تركيز المحلول فهناك علاقة مباشرة يمكن تقديرها ومنها تقدير تركيز المحاليل المجهولة .

قياس الترسيب الكهربي

Electro-deposition

وفيه يتم ترسيب معدن ما فى محلول عينة تحتوى على كمية مجهولة منه ثم وزنه حيث يتناسب مقدار الترسيب فى زمن معين مع تركيز هذا المعدن فى المحـــــلول .

طرق التحليل الفيزيقية

Physical Methods

وتشمل هذه المجموعة الاقسام التالية :

قياس حرارة المادة — Thermal analysis

قياس التوصيل الحرارى للمادة — Thermal conductivity

قياس الاشـــــعاع — Radiochemical analysis

قياس طيف الكتلـــة — Mass-spectrometry

طرق التحليل الكمي بقياس الغاز

Gasometric analysis

المواد التى يمكن ان ينطلق منها احد الغازات نتيجة تفاعلها مع مادة اخرى يمكن معرفة كميتها عن طريق قياس الغاز المتصاعد عند معدل الضغط ودرجة الحرارة ، وباستعمال ارقام افوجادرو ، وهى طريقة دقيقة ولكن تحتاج لاجهزة غاية فى التعقيد .

طرق التحليل بالقياسات الضوئية

Optical Methods

وتشمل الطرق التالية :

تحليل كمى لونى Colorimetric

ويعتمد هذا النوع من التقديرات الكمية على تكوين مركب للمادة المراد تقديرها يكون ذا لون مناسب ، ومن المعروف ان شدة هذا اللون تتناسب طرديا مع تركيز المادة المسببة له ، وبمقارنة اللون المتكون بمحاليل قياسية مختلفة التركيز للمادة المراد تقديرها يمكن معرفة كميتها فى المحلول ، وينشأ هذا اللون عادة باضافة جوهر كشاف مناسب يتفاعل مع المادة المراد تقديرها .

تحليل كمى بقياس الطيف Spectral Analysis

وهذا النوع يعتمد على قياس تأثير طيف ذرات المادة او العنصر المراد

تقديره على شعاع طيفى معلوم ينبعث من مصدر ضوئى ، و يتميز هذا النوع من التحاليل عن التحليل اللونى فى كونه لا يعتمد على وجود لون مرأى فى محاليلها و لكن يمكن استخدامها مع جميع المحاليل ، وتستخدم لذلك انواع مختلفة من الاجهزة تناسب مختلف انواع المحاليل و العناصر •

تحليل كمى بقياس درجة التعكير Nephelometric analysis

و تعتمد هذه الطرق على قياس درجة التعكير الناتج عن وجود حبيبات غروية دقيقة جدا عالقة فى سائل ما بسبب تكوين مركبات من المادة المراد تقديرها لا تذوب فى السائل ، و يمكن قياس ذلك بمقدار ما تعكسه هذه الحبيبات الغروية فى السائل من شعاع ضوئى معلوم الشدة •

تحليل بقياس إنكسار الضوء Refractometry

و يتم بقياس معامل انكسار الضوء عند مروره فى محلول مادة ما ، حيث هناك علاقة يمكن تقديرها بين تركيز المحلول و معامل انكسار الضوء فيه •

تحليل بقياس الاستقطاب الضوئى Polarimetry

و يتم فيه تقدير انحراف شعاع ضوئى مستقطب عند مروره فى محلول او بلورات المادة •

تحليل بقياس شدة الضياء والتألق Luminescence

وذلك بقياس درجة تألق المادة العالقة فى محلول بعد انكسار شعاع ضوئى عليهـــــا ٠

تحليل كمى كروماتوجرافى

Chromatography

وتعتمد هذه الطرق على خاصية طبيعية مضمونها ان المذيبات التى تحمل مواد مختلفة ذائبة فيها والتى تتحرك خلال نسيج سيللولوزى او وســـــط يقع فى مجال كهربى لمحلول متأين فانها تتحرك مع المذيب بسرعات مختلفة عن بعضها وعن هذا المذيب ٠

وتعرف النسبة بين سرعة كل منها وسرعة المذيب معبرا عنها كنسبة مئوية بقيمة R_f value وهى ثابتة للمركب الواحد مع مذيب معين ، وقد استعملت هذه الطرق فى التقدير الوصفى والكمى للمركبات العضويـــــة التى يصعب تقديرها او فصلها بجميع الطرق السابقة ٠

و سوف نقصر تفصيل الطرق فى هذه المذكرة على التحليل الكمى الحجمى
و لدراسة هذا النوع من التقديرات يلزمنا التعرف بشئ من التفصيل على الموضوعات
المتعلقة به التالية :

(١) التفاعلات الكيميائية التى تتم اثناء هذا النوع من التقديرات
(٢) الادوات المستخدمة فيـــه
(٣) العمليات التى تجرى فيهــــا
(٤) الاوزان المكافئة للجواهر الكاشفة وكيفية حسابها
(٥) طرق التعبير عن التركيزات للمحاليل المستخدمة
(٦) تحضير و ضبط المحاليل اللازمة لهذه العمليات ٠

الفصل الرابع

تفاعلات التحليل الحجمى

REACTIONS OF VOLUMETRIC METHODS

يمكن تقسيم التفاعلات التى تتم فى التحليلات الحجمية الى ثلاثة اقسام هى :

(١) تفاعلات التعادل Neutralization reaction

(٢) تفاعلات الاكسدة و الاختزال Oxidation-Reduction Reactions

(٣) تفاعلات الترسيب Precipitation reactions

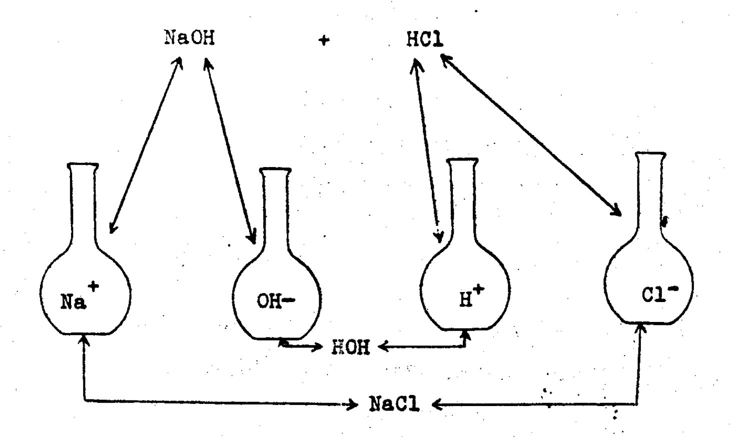
و فيمايلى تفصـــــيل ذلك ...

تفاعلات التعادل

NEUTRALIZATION REACTIONS

و هى تفاعلات تتم بين الاحماض و القلويات (القواعد) او بمعنى اخر تفاعلات يحدث فيها نزع او اضافة او انتقال ايونى المـــاء و هما (H^+) و (OH^-) بواسطة هذه التفاعلات تتكون الاملاح المتأينة (الالكتروليتيات) و قاعدتها العامة كالاتى :

$$H\square + \bigcirc OH \rightleftharpoons HOH + \bigcirc\square$$



وفيما يلى حديث موجز عن المواد الداخلة او الناتجة من هذا النوع من التفاعلات وهى :

الأحماض

وتتميز الاحماض كمواد كيميائية باحتوائها على ايون الايدروجين (H^+) وعلى هذا فيحتمل جزيء الحمض فى ايون ايدروجين او اكثر وقاعدة قد تتكون من ذرة واحدة كما فى حمض الايدروكلوريك مثلا او خمس ذرات كما فى حمض الكبريتيك او سبعة كما فى حمض الخليك او اكثر من ذلك بكثير كما فى الاحماض العضوية والدهنية وغيرها .

وتنقسم الاحماض تبعا لقاعدتها الى قسمين رئيسيين :

(١) الاحماض العضوية Organic acids حيث يكون الكربون اساس قاعدته مع ذرات من الايدروجين و الاكسجين او و مع غيرهما ، و هى احماض ضعيفة التأين بدرجات متفاوته

(٢) الاحماض غير العضوية (المعدنية) Inorganic acids و هى التى نقصدها فى دراستنا هنا ، و هى احماض عالية التأين

و تسمى الاحماض تبعا لاحتوائها على ايونات الايدروجين كالاتى :

(أ) الاحماض احادية القاعدية Monobasic acids

و هى التى تحتوى على ايون ايدروجين واحد فى الجزيئ ، و من امثلتها الاحماض :

الايدروكلوريك	HCl	الايدروفلوريك	HF
الايدروبروميك	HBr	الايدروايوديك	HI
النيتريك	HNO_3	الكلوريك	$HClO_3$
البيركلوريك	$HClO_4$	البرمنجنيك	$HMnO_4$

(ب) الاحماض ثنائية القاعدية Dibasic Acids

و هى التى تحتوى على ايونين من ايونات الايدروجين فى الجزيئ و من هذه الاحماض :

الكبريتيك	H_2SO[illegible]	الكربونيك	H_2CO_3
الكبريتوز	H_2SO_3	الكروميك	H_2CrO_4
الاكساليك	$H_2C_2O_4$	البوريك	H_2BO_3

(جـ) الاحماض ثلاثية القاعدية Tribasic acids

وتحتوى على ثلاثة ايونات ايدروجين فى الجزيء ومنها :

الفوسفوريك (الارثوفوسفوريك) H_3PO_4 الفوسفوروز H_3PO_3
الزرنيخيك H_3AsO_4 الزرنيخوز H_3AsO_3

القواعد Bases

وتتسم هذه المركبات باحتوائها على ايونات الايدروكسيل (OH^-) والتى يمكن ان تتأين فى الماء تأينا تاما او ناقصا وهى ايضا قسمان : قواعد عضوية Organic bases يكون الكربون اساسها وهى ضعيفة التأين ، وقواعد غير عضوية (معدنية) Inorganic bases وهى متأينة بدرجات متفاوتة وهى التى نقصدها فى مجال دراستنا هنا . ويمكن تسميتها تبعا لعدد ايونات الايدروكسيل كالاتى :

(أ) قواعد احادية الحامضية : Monoacidic bases

وتحتوى على مجموعة واحدة من الايدروكسيل (OH^-) فى الجزيء مثل ايدروكسيدات :

الصوديوم $NaOH$ البوتاسيوم KOH
الليثيوم $LiOH$ الامونيوم NH_4OH

(ب) قواعد ثنائية الحامضية Diacidic bases

و تحتوى على مجموعتين من الايد روكسيل فى الجزيى° مثل ايد روكسيد ات الكالسيوم $Ca(OH)_2$ الباريوم $Ba(OH)_2$ الماغنسيوم $Mg(OH)_2$

(جـ) قواعد ثلاثية الحامضية Triacidic bases

و تحتوى على ثلاثة مجموعات من الايد روكسيل فى الجزيى° و منهـا ايد روكسيد الالومنيوم $Al(OH)_3$

الأملاح (الألكترولينات)

عبارة عن الاملاح التى تتكون من ايونين احد هما حمضى و الاخر قلوى ، او تتكون من عدد من الايونات بحيث تتساوى فيها الشحنات السالبة مع الشحنات الموجبة ، وتتميز بانها تتأين فى الماء° ومحاليلها موصلة للتيار الكهربى°

وتسمى الاملاح 'دة باسم كلا من شقيها ، وقد يدل ايضا اسمها على ما تحتويه من ايونات الايد روجين ان وجدت و عددها ، فمثلا :
الاحماض الاحادية لها نوع واحد من الاملاح مثل :
الكلوريد ات و الكلورات و النترات و البرمنجنات ٠٠٠٠٠ وغيرها ، اما الاحماض الثنائية فيكون لها نوعان من الاملاح :

الاملاح المتكونة باحلال القاعدة محل ايونى الايد روجين فى الحمض مثل

الكبريتات و الكربونات و الاكسلات و غيرها .

و الاملاح المتكونة باحلال القاعدة محل ايون واحد من ايونات الايدروجين و تسمى الاملاح الحامضية حيث تظل محتفظة ببعض الخواص الحامضية و من اهمها احتوائها على ايون الايدروجين و تميز فى بعض الاحيان عند تسميتها بمقطع (بيـ Bi) مثل الكبريتات الحامضية (HSO_4^-)
و الكربونات الحامضية (HCO_3^-)

اما الاحماض الثلاثية فلها ثلاثة انواع من الاملاح منها اثنتات حامضيتان و قد جرى العرف على ان تكون التسمية الصحيحة لاملاحها بذكر شقيها مع ذكر عدد او رتبة كل شق فيها او عدد ايونات الايدروجين ان وجدت، فمثلا املاح حمض الفوسفوريك مع القاعدة الصوديومية ثلاث و تسمى كالاتى :

Na_3PO_4

فوسفات الصوديوم Sodium phosphate
فوسفات ثلاثى الصوديوم Tri-sodium phosphate
فوسفات صوديوم ثلاثى القاعدية Tribasic sodium phosphate

Na_2HPO_4

فوسفات صوديوم احادية الايدروجين Sodium monohydrogen phosphate
" " " الحامضية Sodium monoacidic phosphate
" " ثنائى القاعدية sodium dibasic phosphate
" ثنائى الصوديوم disodium phosphate

NaH_2PO_4

فوسفات صوديوم ثنائية الايدروجين	Sodium dihydrogen phosphate
فوسفات صوديوم ثنائية الحامضية	Sodium diacidic phosphate
فوسفات صوديوم احادية القاعدية	Sodium monobasic phosphate
فوسفات احادية الصوديوم	mono sodium phosphate

خواص تفاعلات التعادل

(١) يتم التبادل بين الايونات الكاملة ولا يحدث اى تكسير او تغيير فى داخل الايون نفســـه

وفى ملحق رقم (١) مجموعة من هذه الايونات وشحنتها الكهربية

(٢) تفاعلات الحموضة والقلوية تفاعلات ايونية وتتكون نتيجتها املاح متأينة (الكتروليتات Electrlytes)

(٣) الماء هو الوسط الاساسى للتفاعل كما أن الماء هو المركب المشترك المتكون فى كل تفاعلاتها .

(٤) محاليلها جيدة التوصيل للكهربيـــــة

(٥) تفاعلاتها جميعا عكسية ، تتزن عند نقطة معينة تختلف باختلاف التفاعل والمواد الداخلة فيه ، وكنتيجة للتفاعل يحتوى الوسط على جميع الايونات الداخلة والخارجة من التفاعل فى حالة ايونية .

(٦) يمكن الكشف عن نقطة انتهاء التفاعل فيها بقياس درجة حموضة الوسط او بمعنى اخر تركيز ايون الايدروجين ، ويستخدم لذلك طرقا عديدة منهــــا :

(أ) الدلائل
(ب) قياس شدة التيار الكهربي
(ج) قياس الجهد الكهربي
(د) قياس الاستقطاب

نظرية التعادل

THEORY OF NEUTRALIZATION REACTIONS
(ACIDIMETRY - ALKLIMETRY THEORY)

يجدر بنا قبل ان نتناول تفاصيل هذه النظرية و علاقتها الهامة بتفاعلات الحموضة و القلوية ان نشير بايجاز لبعض الاساسيات المتعلقة بها :

ثابت الإتزان Equilibrium constant

لو فرضنا ان مادتين B و A تفاعلتا معا فنتج عنهما المادتان D , C

اى ان

$$A + B \longrightarrow D + C$$

و اذا كان هذا التفاعل عكسيا كما فى تفاعلات الحموضة و القلوية (التعادل) فان نتيجة هذا التفاعل ان يكون كلا من المواد A, B , D , C موجودة فى المحلول و ان التفاعل يسير فى كلا الاتجاهين هكذا :

$$A + B \rightleftharpoons D + C$$

وتتأثر سرعة التفاعل فى اى اتجاه بكل من كتل المواد المتفاعلة (قانون فعل الكتلة) ، وايضا على ثابت يتوقف على عوامل منها : درجة الحرارة وطبيعة التفاعل ، ووجود المواد المساعدة ctalyses وغيرها ، ونرمز له بالرمز (k) وعلى ذلك فان سرعة التفاعل في اتجاه

$$A + B \longrightarrow$$

يساوى $(A) \times (B) \times k_1$

وسرعة التفاعل فى الاتجاه $C + D \longleftarrow$

يساوى $(C) \times (D) \times k_2$

وعند نقطة الاتزان تكون سرعة التفاعل فى الاتجاهين متساوية ، فاذا اعتبرنا ان الكميات (A) ، (B) ،(C) ، (D) تمثل تركيز هذه المواد فى المحلول عند نقطة الاتزان يكون

$$(C) \times (D) \times k_1 = (A) \times (B) \times k_2$$

اى ان

$$\frac{(C) \times (D)}{(A) \times (B)} = \frac{k_1}{k_2} = K$$

ويعرف (K) بثابت الاتزان Equilibrium constant

مثال (١) :

فى تفاعل عكسى كالاتى فى درجة ٢٥ °م

$$3A + 2B \rightleftharpoons 5C + D$$

وعند نقطة الاتزان وجد ان تركيز هذه المواد D,C,B,A كالاتى 1M , 2M , 3M , 4M على الترتيب ، احسب ثابت الاتزان عند هذه الدرجة

الحل :

$$K = \frac{(C) \cdot (D)}{(A) \cdot (B)} = \frac{(C)^5 \cdot (D)^1}{(A)^3 \cdot (B)^2}$$

$$= \frac{3^5 \cdot 4^1}{1^3 \cdot 2^2} = \frac{243 \times 4}{1 \times 4} = 243$$

الاتزان الالكتروليتى

الالكتروليتات Electrolytes هى تلك المواد التى تكون محاليلها المائية موصلة للتيار الكهربى ، وتنقسم الالكتروليتات الى قسمين :

اولهما : الالكتروليتات القوية Stronge electrolytes

و هى التى تتأين بدرجة كبيرة ـ ان لم تكن تامة ـ فى محاليلهـا .

الثانى : الالكتروليتات الضعيفة Week electrolytes

و هى التى تحتوى محاليلها على عدد قليل من الايونات وكمية كبيرة نسبيا من الجزيئات غير المتأينة ، اى ان درجة تأينها فى محاليلها قليلة ، و من امثلة هذه المواد الاحماض الضعيفة مثل حمض الخليك (CH_3COOH)

فمحلول حمض الخليك فى الماء يحدث له تأين كالاتى

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

$$K_a = \frac{(CH_3COO^-) \cdot (H^+)}{(CH_3COOH)}$$

و يسمى (K_a) ثابت تأين لحمض الخليك او ثابت اتزان الحمض .

مثال (٢) :

فى درجة ٢٥ °م يتأين محلول الامونيا NH_4OH تركيز 0.1M بدرجة تأين ١,٣٣ ٪ ، احسب :

(أ) درجة تركيز كل من ايونات الامونيوم و الايدروكسيل فى المحلول

(ب) تركيز الامونيا (جـ) ثابت التأين للمحلول المائى للامونيا .

الحـل :

$$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4 + OH^-$$

a) $(NH_4^+) = (OH^-) = 0.0133 \times 0.1 =$

$= 0.00133$ M/L

b) $(NH_4OH) = 0.1 - 0.00133 = 0.0987$ M/L

c) $$K_b = \frac{(OH^-) \cdot (NH_4^+)}{(NH_4OH)}$$

$$= \frac{0.00133 \times 0.00133}{0.0987}$$

$$= 1.8 \times 10^{-5}$$

الإتزان الأيونى فى الماء

يعتبر الماء الوسط الرئيسى الذى تتأين فيه الالكتروليتات المختلفة وهو يوصل التيار الكهربى بدرجة قليلة جدا عندما يكون نقيا ، ويعزى الاعتقاد الخاطئ بعدم قابلية الماء النقى للتوصيل الكهربى الى ان الاجهزة التى

استخدمت فى بادئ الامر لم تبلغ من الدقة حدا يسمح بظهور التوصيل للماء النقى ، ويمكن تفسير التوصيل الكهربى البطئ للماء بانقسام عدد قليل جدا من الجزيئات الى ايونات الايدروجين والايدروكسيل طبقا للمعادلة التالية :

$$HOH \rightleftharpoons (H^+) + (OH^-)$$

$$K = \frac{(H^+) \cdot (OH^-)}{(H_2O)}$$

ويكون تركيز كلا من (H^+) ، (OH^-) ضئيل جدا ، لان تأين الماء ضعيفـــا ، وبذلك يحتوى الماء النقى على كمية كبيرة جدا من الجزيئات غير المتأينة ، ونتيجة لذلك اتجه الرأى نحو اهمال تركيز الجزيئات غير المنقسمة (المقام) واعتباره ١ واحد صحيح واحتسابه ضمن ثابت الاتزان المذكور ويمكن ايضاح ذلك بمثال عددى .

فاللتر من الماء يحتوى على ٥ر٥٥ مول فاذا فرض ان هذا التركيز قد تغير بدرجة ١ر٠ مول فى تفاعل معين اى استهلك ١ر٠ مول من الماء فان التركيز الجديد للجزيئات غير المنقسمة فى الماء يصبح ٤ر٥٥ مول / لتر ويلاحظ ان الفرق بين القيمتين اقل من ٢ر٠ ٪ ، ولذلك يمكن النظر الى ان تركيز جزيئات الماء غير المنقسمة لجميع الاغراض العملية ثابتا لم يتغير ويعبر عن ذلك رياضيا كالاتى :

$$(HOH) \times K = (OH^-) \cdot (H^+)$$

وحيث ان تركيز HOH ثابت ، اذن :

$$(H^+) . (OH^-) = K \times constant = K_w$$

ويسمى (K_w) بثابت انقسام الماء ويساوى ١ x ١٠-١٤ فى درجة الحرارة العادية ، وبذلك يصبح تركيز الايونات المختلفة فى الماء النقى فى درجات الحرارة العادية كالاتى :

$$K_w = (H^+) . (OH^-) = 1 \times 10^{-14}$$

وبما ان تركيز (H^+) = تركيز (OH^-)

اذن تركيز (H^+) فى الماء النقى = $\sqrt{1 \times 10^{-14}}$

$$= 1 \times 10^{-7}$$

رقم pH

اصطلح على ان يرمز للوغاريتم السالب بالرمز (p) وعليه يفسر الرمز pH بانه اللوغاريتم السالب لتركيز ايون الايدروجين ، ففى حالة الماء كما سبق ان عرفنا يكون تركيز ايون الايدروجين كالاتى :

$$(H^+) = \sqrt{K_w} = 1 \times 10^{-7}$$

وبأخذ اللوغاريتم لكل من الطرفين فان :

$$\log.(H^+) = \log.(1 \times 10^{-7}) = -7$$

و باخذ اللوغاريتم السالب المصطلح عليه بالرمز (p)

$$pH = -(-7) = 7$$

و بنفس الطريقة يمكن حساب (pOH) للماء على انه (7)
اى انه دائما يكون :

$$pH + pOH = pK_w = 14$$

تأثير الاحماض والقواعد على pH ، pOH

عند اضافة احماض او قلويات الى الماء فان تركيز ايون الايدروجين الايدروكسيل تختلف عنها فى الماء النقى ، و لكن تتشابه محاليل هذه الاحماض و القلويات مع الماء فى ان حاصل ضرب تركيز ايونات (H^+) و تركيز (OH^-) واحدا و يساوى

$$K_w = 1 \times 10^{-14}$$

فاذا اضيف حمض او قاعدة الى الماء فان العملية تكون عبارة عن اضافة ايون مشترك مع ايونات الماء الموجودة فى الطرف الايسر من المعادلة الخاصة به ، و ينتج ذلك اختلاف فى الاتزان ، و يتجه التفاعل نحو تكوين الماء و H_2O نتيجة اتحاد كمية من (H^+) مع كمية مساوية من (OH ، اما اذا اضيفت الى الماء مادة تقلل تركيز (H) او (OH) فان النتيجة هى تأين الماء الى ايونات .

و يفهم من ذلك ان وجود حمض او قلوى فى الماء يجعل تركيز ايون (H) او (OH) هو تركيزه الناتج من تأين هذا الحمض او القاعدة .

مثـال (٣) :

احسب قيمة pH فى محلول يحتوى على ايونات الايد روجين التى يبلغ تركيزها ٠٫٠٠٤٥٦ جم ـ ايون/لتر ٠

الحـــل :

$$(H^+) = ٠٫٠٠٤٥٦ = ٤٫٥٦ \times ١٠^{-٣}$$

$$pH = -لو\ (٤٫٥٦ \times ١٠^{-٣}) = ٢٫٣٤$$

مثال (٤) :

احسب pH فى محلول 0.1N من حمض HCl علما بان الحمض يتأين تماما ٠

الحـــل :

حيث ان الحمض يتأين تماما ، اذن تركيز ايون الايد روجين هو نفسه تركيز الحمض فى المحلول ويساوى = ٠٫١ مول ـ ايون /لتر

$$pH = -لو\ ١٠^{-١} = ١$$

مثال (٥) :

احسب pH في محلول 0.1M من حمض الخليك اذا كانت درجة تأينه ١٫٣ ٪ .

الحـــل :

(H⁺) = ٠٫١ × ٠٫٠١٣ = ٠٫٠٠١٣

pH = ــ لو (١٣ × ١٠⁻⁴) = ٤ ــ لو ١٣
= ٢٫٨٥

نظرية الدلائل

THEORY OF INDICATORS

تستعمل فى عمليات المعايرة للتعادل بين حمض و قاعدة مواد تعرف باسم الادلة او (الدلائل) Indicators وتسمى فى هذه الحالة دلائل حمض ــ قاعدة Acid-Basic Indicators وهى عبارة عن مواد تمتاز بتغير لونها فى حدود معينة تبعا لتغير تركيز ايونات الايدروجين او الايدروكسيل فى الوسط المحيط بها ، اما عن تركيبها الكيماوى فهو عبارة عن احماض و قواعد ضعيفة ذات تركيب معقد ولذلك يستعمل الاصطلاحين : دليل حمضى او حمضى ، دليل قاعدة او قاعدى للاشارة الى تركيبها ، كما انه يرمز لها

بالرمز HIn في حالة الادلة الحامضية ، InOH في حالة الادلة القاعدية

و يلاحظ انه عند معايرة حمض مع قلوى لا يمكن ادراك نقطة التعادل الا باستخدام دليل مناسب ، و تتميز هذه الادلة بأنها تكون في حالتها المتأينة Ionised ، ذات لون مختلف عن اللون في الحالة الجزيئية (غير المتأينة) Unionosed و من امثلة الادلة المستخدمة في عمليات المعايرة ، الفينول فيثالين (حمض) ، و الميثيل البرتقالى (قاعدة) و يوجد ايضا عباد الشمس و الفينول الاحمر و الميثيل الاحمر و غيرها كثير ، انظر ملحق (٧) ٠

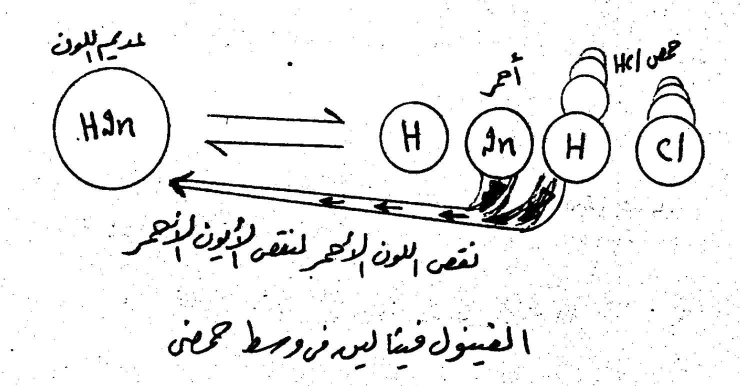
تفسير تغيير اللون

قد فسر اسوالد Ostwald حدوث اللون على الوجه التالى :
اذا فرضنا ان الفينول فيثالين و هو حمض ضعيف يتأين على الوجه التالى :

$$HIn \rightleftharpoons H^+ + In^-$$

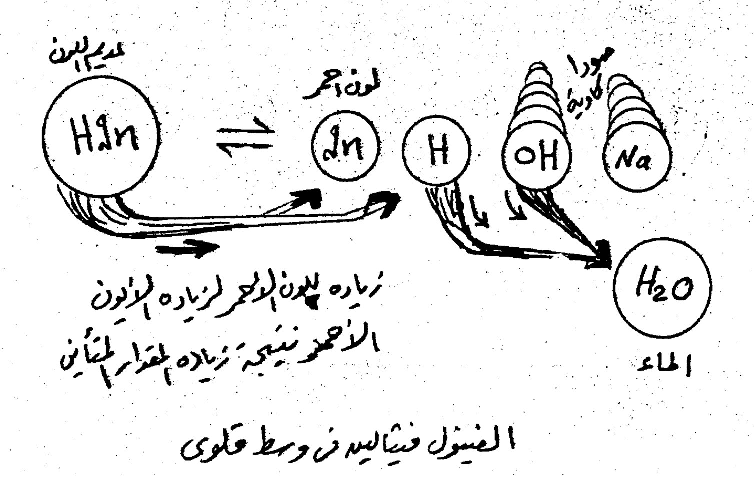
عديم اللون — عديم اللون — احمر

فاذا اضيف حمضا (HCl مثلا) فانه ينشأ عن وجود ايونات الايدروجين (H^+) ان يحدث خللا في حالة الاتزان و يتجه التفاعل ناحية اليمين لتكوين جزيئات الفينول فيثالين عديم اللون ٠



الفينول فيثالين فى وسط حمضى

اما اذا اضيف قلوى مثل $NaOH$ فان التفاعل يتجه الى اليسار لان ايونات الايدروكسيل (OH^-) تتحد مع ايونات (H^+) لتكوين جزيئات الماء غير المتأينة فتختل حالة الاتزان للدليل فيحدث زيادة فى عدد الجزيئات المتأينه من الدليل وبذلك يزداد اللون الاحمـــر نتيجة الايونات (In^-)



الفينول فيثالين فى وسط قلوى

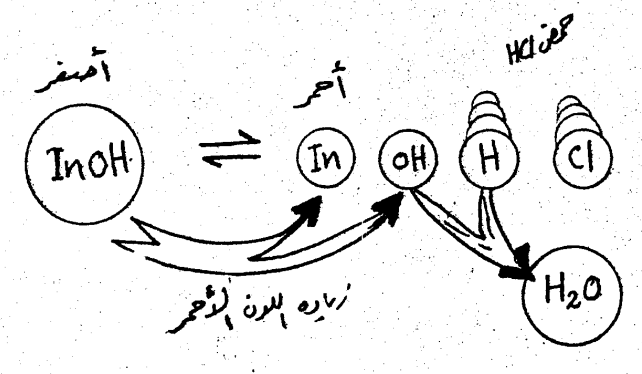
وعلى ذلك يكون الفينول فيثالين عديم اللون فى الوسط الحمضى واحمر فى الوسط القلوى .

والميثيل البرتقالى عبارة عن قاعدة ضعيفة ، وعند اذابته فى المحلول نحصل على الاتزان التالى :

$$InOH \rightleftharpoons In^{+} + OH^{-}$$

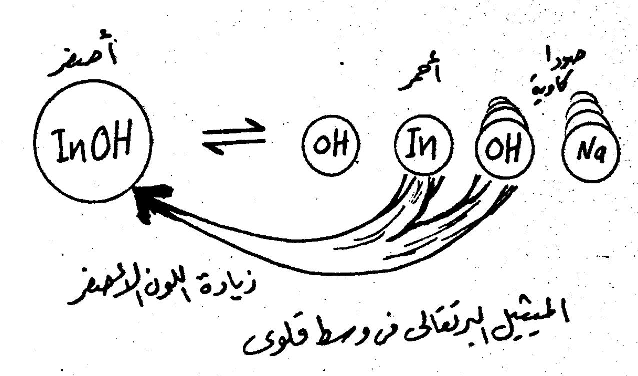
InOH	In^{+}	OH^{-}
اصفر	احمر	عديم اللون

وتبعا لتفسير استوالد Ostwald عند اضافة حمض الى الميثيل البرتقالى يتجه التفاعل ناحية اليسار معطيا ايونات الميثيل (In^{+}) الحمراء



الميثيل البرتقالى فى وسط حمضى

بينما يؤدى اضافة القلوى الى زيادة اللون الاصفر نتيجة سرعة اتجاه التفاعل ناحية اليمين و تكون جزيئات الدليل ذات اللون الاصفر .



و لذلك يكون لون الميثيل البرتقالى احمرا فى الوسط الحمضى و اصفرا فى الوسط القلوى .

و يتضح مما سبق ان لون الدليل يتوقف على درجة تركيز أيون الايدروجين فى الوسط الذى يتم فيه التفاعل ، او ما يسمى بالرقم الايدروجينى pH للمحلول

و قد وجد ان الدليل لا يتغير لونه عند رقم أيدروجينى محدد و لكن يتغير لونه خلال مدى خاص يعرف بالمدى الايدروجينى للدليل ، و هو يختلف من دليل لاخر ، كما يتضح ذلك من ملحق (٧) .

مدى صلاحية الدليل

Indicator range

لو فرضنا ان دليلا ما له لون جزيئى (أ) و لون ايونى (ب) و انه يتأين هـــكذا :

$$H\,In \rightleftharpoons H^{+} + In^{-}$$

لون (أ) ‏‏‏‏‏‏‏‏‏‏‏‏ لون (ب)

فانبتطبيق قانون فعل الكتلة فى حالة الاتزان يمكن ايجاد ثابت الدليل كالاتى :

$$\frac{(H^{+}) \cdot (IN^{-})}{HIn} = K_{In}$$

و من هذه المعادلة نجد ان :

$$H^{+} = K_{In} \cdot \frac{HIn}{In^{-}}$$

او

$$H^{+} = K_{In} \times \frac{\text{شدة اللـــون (أ)}}{\text{شـــدة اللـــون (ب)}}$$

و بذلك فان شدة اللون تتوقف على تركيز كل من الدليل المتأين والدليل غير المتأين و قد وجد انه لكى تحس العين المجردة بالتغير فى اللون فلابد ان يكون احد اللونين ذا شدة تساوى عشرة اضعاف شدة اللون الاخر ، اى لكى يظهر اللون (أ) يجب ان يكون :

$$H^{+} = 10\,K_{In} \quad , \quad pH = pK_{In} - 1$$

و لكى يظهر اللون (ب) يجب ان يكون

$$H^{+} = \frac{1}{10} K_{In} \quad , \quad pH = pK_{In} + 1$$

و من هذا نرى انه لكى يتغير لون الدليل يجب ان يتغير تركيز ايون (H)
فى مدى يتراوح بين

$$10\ K_{In} \quad \& \quad \frac{K_{In}}{10}$$

الدليل العام

امكن باستعمال مخلوط من ادلة مختلفة الحصول على دليل يعرف بالدليل العام Universal indicator و قد امكن معرفة الرقم الايدروجينى للمحلول الذى يضاف اليه اذ تتغير الوان الادلة المكونه له كل منها تبعا لاتأينه و لكن نتيجة اختلاط هذه الالوان معا يظهر لون واحد مميز لكل مدى صغير جدا من التركيز الايدروجينى .

و لا يكفى لكى يكون الدليل ذا فائدة عملية ان يتغير لونه بتغير الرقم الايدروجينى فقط و لكن يجب ايضا ان تتوفر فيه الشروط التالية :-

شروط الدليل الجيد

(١) ان يحدث التحول فى لونه بسرعة

(٢) ان تكون الوانه زاهية واضحة

(٣) الا يتأثر بوجود الاملاح والمواد الاخرى الى حد يوءثر على لونه

(٤) ان يظهر تأثره بالمحلول و لو كان المحلول مخففا جدا

(٥) ان يكون تأثيره الحمضى او القلوى ضعيف جدا

(٦) ان يظهر له لون باضافة اقل كمية ممكنة منه

(٧) ان يناسب المتفاعل المراد قياسه فيه

(٨) ان يكون مدى صلاحيته صغيرا بقدر الامكان

اسئلة ومسائل للمراجعة

(١) ما هو التركيز بالمولر لمحلول من حمض الخليك درجة تأينه ١٫٣٤ ٪ في درجة ٢٥ °م اذا علمت ان ثابت التأين لحمض الخليك في هذه الدرجة يساوي ١٫٨ × ١٠ $^{-٥}$

(٢) احسب درجة تركيز ايونات الايدروجين عندما تكون درجة تأين حمض الايدروسيانيك ٠٫٠١ ٪ ، علما بان ثابت تأينه ٧٫٢ × ١٠ $^{-١٠}$

(٣) احسب قيمة (pH) في محلول يحتوي على ايونات الايدروجين التي يبلغ تركيزها ٠٫٠٠٠١ جم-ايون /لتر٠

(٤) اذا كانت (pH) في محلول = ٥٫٣ ما هو تركيز (H^+) بالمول في اللتر ، و ما هو تركيز (OH^-)٠

(٥) احسب درجة تركيز ايونات الايدروجين و الايدروكسيل في المحلول ٠٫٠٢ مولر من حمض الخليك ،اذا كانت درجة تأينه ١٫٣ ٪ ٠

(٦) احسب درجة تركيز (H^+) ، (OH^-) في محلول الامونيا (١ مولر) اذا كانت درجة تأين الامونيا فيه ٠٫٤ ٪ ٠

(٧) احسب pH في المحاليل التي تكون درجة تركيز ايونات (OH^-) فيهـــا :

(أ) ١ × ١٠ $^{-٣}$ مول /لتر

(ب) ٥٫٤ × ١٠ $^{-٩}$ مول /لتر

(٨) احسب pH فى المحاليل التالية بفرض ان درجة تأينها ١٠٠ ٪

(أ) ٠٫٠٠٠٤٩ عيارى من حمض

(ب) ٠٫١٦ عيارى من قاعدة

(٩) احسب مقدار (pH) فى المحاليل التالية والتى تركيزها ٠٫١ عيارى وتتأين كالاتى :

(أ) ١٠٠ ٪

(ب) ٢٠ ٪

(جـ) ١ ٪

(د) ٠٫٤ ٪

(١٠) ما مقدار التغير فى pH للمحلول المكون من ماء مقطر نقى حجمه ٩٩مل اذا اضيف اليه ١ مل من :

(أ) حمض ايدروكلوريك عشر عيارى

(ب) حمض كبريتيك ٠٫٠٥ مولر

(جـ) ايدروكسيد بوتاسيوم عيارى

(د) ايدروكسيد امونيوم ٠٫١ مولر

تفاعلات الأكسدة والإختزال

OXIDATION REDUCTION REACTIONS

و تشمل التفاعلات التي تنطوى على تأكسد و اختزال اى مادة ، و معنى التأكسد او الاختزال انه سلوك كيميائى للذرات او المركبات يتحدد على ضوء مجموعة من الاعتبارات التى تتعلق بالذرة مثل عدد الالكترونات فى المدار الاخير و قدرتها على الاتحاد الكيماوى و شحنتها داخل مركباتها ... الخ و لذلك اصطلح على اعطاء ارقام تدل على حالة الذرة داخل مركباتها المختلفة من حيث كونها مؤكسدة او مختزلة لغيرها و قدرتها على الاكسدة او الاختزال و سميت بارقام التأكسد ، و قد تكون هذه الارقام موجبة او سالبة .

رقم التأكسد

Oxidation number

يعرف رقم التأكسد لذرة ما بانه عدد يمثل الشحنة الكهربية التى تحملها هذه الذرة عندما توزع الالكترونات فى مركب ما بين ذراته بطريقة معينة ، و لا شك ان هذا التوزيع مسئلة تقريبية ، و تنطبق فكرة رقم التأكسد على جميع المركبات بصرف النظر عن طريقة اتحاد الذرات (الانتقال الالكترونى او الاشتراك الالكترونى) لتكوين هذه المركبات .

و يوضح ملحق (٢) ارقام التأكسد لبعض العناصر الشائعة فى الكيمياء التحليلية فى مركباتها المختلفة.

الفرق بين رقم التأكسد ورقم التكافؤ ورقم التراص

يدل رقم تكافوء العنصر على قدرته الاتحادية اى انه عبارة عن رقم يمثل عدد ذرات الايدروجين (او ما يكافئه) التى تتحد معها (او تحل محلها) ذرة واحدة من ذرات العنصر ، او بمعنى اخر هو عدد الالكترونات التى تفقدها او تكتسبها ذرة واحدة عند دخولها فى تفاعل كيميائى .

اما عدد التراص او عدد الروابط الكيميائية فهو يدل على عدد الالكترونات التى تستطيع الذرة ان تتبادلها او تشترك مع الذرات الاخرى من نفس ذرات عنصرها او من غيره .

اما رقم التأكسد كما اسلفنا فهو رقم يدل على حالة خاصة للذرة اثناء وجودها فى اتحاد كيميائى داخل مركب ما ، ويساوى مقدار الشحنة الكهربية التى تحملها الذرة عندما توزع الكتروناتها فى مركب ما بين ذراته بطريقة معينة .

وبناء عليه فان العنصر الواحد وفى حالة اشتراكه فى مركب ما باكثر من ذرة ، قد يكون رقم تأكسد كل ذرة من ذراته متساويا وقد يكون مختلفا تبعا لموضع كل ذرة منهم فى بناء المركب ، ولكن هذا القول لا ينطبق على ارقام التكافوء او على ارقام التراص .

ونذكر فيما يلى امثلة لحالات الاكسجين والكربون والايدروجين فى مركبات مختلفة ليتضح الفرق بين ارقام التأكسد والتكافوء والتراص فيها :

حالة الأكسجين

فى البيروكسيدات و املاحها يوجد فيها اكثر من ذرة من ذرات الاكسجين و يكون بعض هذه الذرات رقم تأكسدها -٢ و بعضها رقم تأكسدها صفرا

فمثلا فى فوق اكسيد الايدروجين H_2O_2 نلاحظ الاتى :

عدد التكافوء للاكسجين = ١ ($\frac{٢}{٢}$) لكل ذرة

عدد التراص = ٢

اما رقم التأكسد فهو لاحد الذرات = -٢ وللذرة الثانية = صفر

حالة الكربون

فى المركبات الكربونية الاتية (على سبيل المثال) :

المركب	الرمز الكيميائى	التركيب البنائى	رقم التأكسد	رقم التكافوء	رقم التراص
الميثان	CH_4	H-C(H)(H)-H	-٤	٤	٤
اول كلوريد الكربون	CH_3Cl	H-C(H)(H)-Cl	-٢	٤	٤
ثانى كلوريد الكربون	CH_2Cl_2	H-C(H)(Cl)-Cl	صفر	٤	٤
الكلوروفورم	$CHCl_3$	Cl-C(H)(Cl)-Cl	+٢	٤	٤
رابع كلوريد الكربون	CCl_4	Cl-C(Cl)(Cl)-Cl	+٤	٤	٤

حالة الأيدروجين

نلاحظ ان تكافوء الايدروجين هو ١ في جميع مركباته ، وعدد التراص له أيضا = ١ ولكنه في الاتحاد الكيميائي يسلك احد سلوكين :

اولا : مع الهالوجينات ذات ارقام التأكسد السالبة يعطى المركبات المعروفة بالاحماض الايدروهالوجينية مثل الايدروفلوريك FH والايدروكلوريك HCl الايدروبروميك HBr ويكون رقم تأكسده في هذه الحالة = ١+

ثانيا : مع الاقلاء ذات ارقام التأكسد الموجبة يعطى المركبات المعروفة بالايدريدات مثل ايدريد الصوديوم HNa وايدريد البوتاسيوم HK ويكون رقم تأكسده في هذه الحالة = ــ١

ويمكن تلخيص القواعد الاساسية الخاصة برقم التأكسد فيما يلى :

(١) مجموع ارقام تأكسد الذرات في المركب المتعادل = صفرا
(٢) رقم التأكسد الخاص بأى عنصر في حالته المنفردة (غير المتحدة) = صفرا
(٣) رقم تأكسد ايون الذرة او المجموعة الكيماوية = شحنتها الكهربية
(٤) في جميع مركبات الايدروجين (ما عدا ايدريدات المعادن الفعالة مثل البوتاسيوم والصوديوم والليثيوم والكالسيوم) يكون رقم تأكسده = ١+
(٥) في جميع مركبات الاكسجين (ماعدا فوق الاكاسيد) يكون رقم تأكسده =ــ٢
(٦) الهالوجينات في الايدروهالوجينات يكون رقم تأكسدها = ــ١

(٧) فى جميع مركبات الصوديوم و البوتاسيوم يكون رقم تأكسد هما = ١+

(٨) فى جميع الكبريتات يكون رقم تأكسد الكبريت = ٦+

(٩) رقم تأكسد الكبريت فى الكبريتيدات = ـ٢

(١٠) رقم تأكسد المركبات = مجموع ارقام تأكسد العناصر الداخلة فيه = صفر

(١١) رقم تأكسد الايونات المركبه = المجموع الجبرى لارقام تأكسد العناصر الداخله فيه = شحنة الايون الكهربية .

طريقة حساب رقم التأكسد

رقم تأكسد عنصر فى مركب

= صفر ـ (المجموع الجبرى لارقام العناصر الاخرى فى المركب) / عدد ذرات هذا العنصـــر فى المركب

مثال (٦) :

ما هو رقم تأكسد المنجنيز فى برمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$

الحـــل :

يمكن القول حسب القواعد الاساسية لارقام التأكسد ان :

رقم تأكسد البوتاسيوم = ١+

رقم تأكسد الاكسجين = ـ ٢

اذن رقم تأكسد المنجنيز = $\frac{\text{صفر} - (1 \times 1+) + (4 \times -2)}{1}$

= $\frac{+7}{1}$ = +٧

رقم تأكسد العنصر فى مجموعة كيميائية

= $\frac{\text{رقم تأكسد المجموعة} - (\text{المجموع الجبرى لارقام تأكسد العناصر الاخرى})}{\text{عدد ذرات هذا العنصر فى المجموعة}}$

مثال (٧) :

ما هو رقم تأكسد الكروم فى البيكرومات $Cr_2O_7^{--}$

الحـــل :

حيث ان رقم تأكسد الاكسجين = ـ ٢

و رقم تأكسد البيكرومات = ـ ٢

اذن رقم تأكسد الكروم = $\frac{-2 - (7 \times -2)}{2}$

= $\frac{+12}{2}$ = +٦

خصائص تفاعلات الأكسدة والاختزال

(١) اذا كانت معادلات الحموضة و القلوية تتزن ايونيا فان معادلات الاكسدة و الاختزال تتزن الكترونيا ، فمثلا :

معادلة تفاعل الاختزال التالى لبرمنجنات البوتاسيوم فى الوسط الحمضى

$$2\ KMnO_4 + H_2O \longrightarrow 2\ MnO + 2\ KOH + 5\ O$$

ومع ان هذه المعادلة متزنة ذريا الا انها غير متزنة الكترونيا ، او بمعنى اخر كهربيا او من حيث تساوى ارقام التأكسد فى طرفيها ، و لكى تتزن هذه المعادلة الكترونيا تحسب هكذا :

$$2^+ + 14^+ + 16^- + 2^+ + 2^- \longrightarrow 4^+ + 4^- + 2^- + 4^- + 2^+ + 0$$

وحيث ان الشحنة الموجبة تعنى ذرة منزوعة الالكترون اما السالبة فتعنى ذرة مكتسبة له ، فلحساب الاتزان الالكترونى يكتفى باحد الاشارتين :

$$18 \longrightarrow 8$$

و على ذلك فان المعادلة غير المتزنة السابقة يجب وزنها باضافة ١٠ الكترونات فى الطرف الايمن لكى تتزن و تكتب متزنة كالاتى :

$$2\ KMnO_4 + H_2O \longrightarrow 2\ MnO + 2\ KOH + 5O + 10e$$

(٢) لا تظل المركبات بنفس حجمها قبل و بعد التفاعل ، و لكن يحدث لها تكسير ، فمثلا البرمنجنات تصبح ثانى اكسيد المنجنيز ، و حمض H_2SO_4

يتحول الى حمضكبريتيد اوكبريتاو ثانى اكسيد الكبريت ٠٠٠ الخ ٠

معرفة نقطة انتهاء التفاعل

و يمكن الاستدلال على نقطة التعادل End point فى معادلات او تفاعلات الاكسدة و الاختزال بالطرق التالية :

الدلائل Indicators

تبين الدلائل المستعملة فى حالة الحموضة و القلوية الاختلاف فى تركيز ايونات الايدروجين فى المحلول (pH) اما الدلائل المستخدمة فى حالات التأكسد و الاختزال فتبين الاختلاف المفاجىء فى قوة التأكسد للوسط . Oxidation potential ومن الدلائل المستخدمة Methlene blue , Lissamine green , Diphenylbenzidine

بظهور لون المحلول المتفاعل

كثيرا ما تكون المحاليل المؤكسدة ذات لون مميز مثل : البرمنجنات و البيكرومات ، و تكون نواتج تفاعلها بعد اختزالها عديمة اللون ، و على ذلك تكون نقطة التعادل تلك التى يظهر فيها لون المادة المؤكسدة فى الوسط ٠

اسئلة ومسائل للمراجعة

(١) عرف رقم التأكسد ، واذكر الفرق بينه وبين رقم التكافوء وعدد التراص مع التمثيل .

(٢) عرف التأكسد والاختزال والعامل المؤكسد والعامل المختزل

(٣) ما هو رقم التأكسد لليود فى :

(أ) يودات البوتاسيوم

(ب) يوديد البوتاسيوم

(٤) ما هو رقم تأكسد الكربون فى :

(أ) حمض الكربونيك

(ب) ثانى اكسيد الكربون

(جـ) الكلوروفورم

(٥) ما هو رقم تأكسد الكروم فى :

(أ) حمض الكروميك

(ب) البيكرومات

(٦) ما هو رقم تأكسد النيتروجين فى :

(أ) حمض النيتريك

(ب) النيتريتات

(جـ) فوق اكسيد النيتروجين

(٧) ما هـــــى الدلالة المفهومة من كتابة الرموز الكيميائية التالية :

(أ) $-CHO$ (ب) $C\equiv$

(جـ) C^{-4} (د) CO_3^{--}

(٨) اضبط المعادلات التالية ضبطا الكترونيا

a) $MnO_4^- + Cl^- + H^+ \longrightarrow Mn^{++} + Cl_2 + H_2O$

b) $MnO_4^- + S_2O_3^{--} + H^+ \longrightarrow Mn^{++} + S_4O_6^{--} + H_2O$

تفاعلات الترسيب

PRECIPITATION REACTIONS

يشمل هذا النوع من التفاعلات كلا من تلك التفاعلات التى ينتج عنها تكون راسب عادى بسيط Simple precipitate كما هو الحال فى ترسيب كلوريد الفضة او التفاعلات التى ينتج عنها تكون ايون معقد Complex ion وذلك كما فى حالة تعادل الفضة مع ايون السيانيد ٠

$$NaCl + AgNO_3 \dashrightarrow \downarrow AgCl + NaCO_3$$

راسب بسيط من كلوريد الفضة

$$AgNO_3 + 2\ KCN \longrightarrow \downarrow K[Ag(CN)_2] + KNO_3$$

راسب معقد من سيانيد
الفضة و البوتاسيوم

واهم تفاعلات الترسيب هى التفاعلات الخاصة بنترات الفضة ، والتى احيانا تسمى Argentimetric processes والفكرة الاساسية للتعادل مبنيـة على ترسيب الفضة ترسيبا كميا مع اهمال زوبان الراسب المتكون ٠
(رواسب الفضة شحيحة الذوبان جدا فى الماء انظر ملحق (٣))

ومن امثـلة التفاعلات التى ينتج عنها تكون الايون المعقد هو تعادل

سيانيد البوتاسيوم مع نترات الفضة ، حيث يتكون مركب سيانيد الفضة و البوتاسيوم و نظرا لان الاملاح القلوية لسيانيد الفضة تكون ذائبة فانه لا يتكون راسب فى التفاعل السابق ، و لكن باضافة زيادة من نترات الفضة يتكون مركب الارجينوسيانيد Argentocyanide و بذلك يمكن الاستدلال على نقطة التعادل بمجرد ظهور اى تعكير فى المحلول نتيجة راسب الارجينتوسيانيد .

معرفة نقطة التعادل فى تفاعلات الترسيب

يمكن معرفة نقطة التعادل فى تفاعلات الترسيب و تكون الايون المعقد بطرق مختلفة اهمها تكوين راسب ملون بواسطة ادلة خاصة ، و تعتمد فكرة هذه الادلة على نظرية الترسيب الجزيئى Fractional precipitation وحاصل الذوبان Solubility product

و تتلخص هذه الفكرة فى انه : اذا كان المحلول يحتوى على عدد ٢ ايون او اكثر و ان كلاهما يكون راسب مع الكاتيون المستخدم ، يحدث الترسيب اولا مع الايون الذى يكون راسبا اقل ذوبانا او اقل فى حاصل الاذابة .

فى ملحق (٣) حاصل الذوبان لبعض الرواسب شحيحة الذوبان فى الماء .

فمثلا : فى حالة ترسيب الكلوريد بواسطة نترات الفضة ، يضاف قليل من بيكرومات البوتاسيوم كدليل ، فيترسب كلوريد الفضة قبل ترسيب كرومات الفضة و ذلك لان الراسب الاول اقل ذوبانا من الثانى ، وكلوريد الفضة راسب ابيض اما كرومات الفضة فهو راسب احمر داكن ، و لذلك يعرف انتهاء التفاعل و ترسيب جميع الكلوريد بمجرد تكون اى لون احمر نتيجة ترسيب كرومات

الفضـــــــة فى المحلول ٠

$$AgNO_3 + NaCl \longrightarrow AgCl + NaNO_3$$

$$2\ AgNO_3 + K_2Cr_2O_7 \longrightarrow Ag_2Cr_2O_7 + 2\ KNO_3$$

وعيب هذه الطريقة انها تعين النقطـة التالية لنقطة التعادل وليس نقطة التعادل نفسها (ظهور لون كرومات الفضة) ولذلك يستحسن عمل تجربة تصحيـــــح (Blank) حيث يطرح حجم المعايرة معه من حجم المعايرة مع التجربـــة الاساسية ٠

وهناك طرق اخرى لمعرفة نقطة التعادل منها :

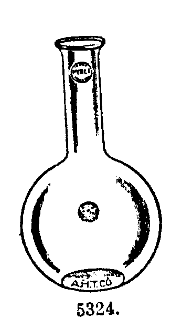
أ تكون مركب ذا لون ملون

أ باستخدام الدلائل المدمصـة

أ بقياس درجة التعكير بواسطة جهاز

أ بقياس الجهد الكهربى كما فى حالات الاكسدة والاختزال ٠

००००००००



5324.

الفصل الخامس

الأجهزة والأدوات

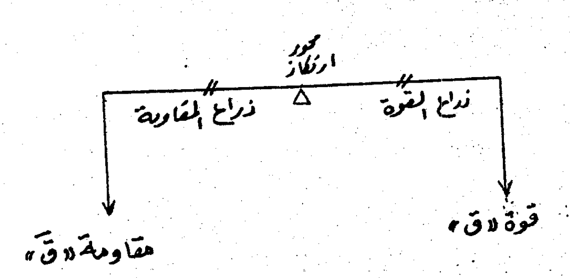
الميزان الحساس

مهما كانت طريقة التحليل التى تستخدمها فان الوزن لا يمكن الاستغناء عنه بشكل او باخر سواء كانت طريقة التحليل وزنيـــة او غير وزنيـــة ، لان عملية الوزن لازمة سواء لوزن الجواهر الكشافة لعمل المحاليل او لوزن العينات ومن ذلك نفهم ان دقة عملية الوزن التى تجرى فى المعمل يتوقف عليها دقة التحليل كله اولا واخرا ، لان معظم الخطأ فى الوزن عند وزن العينة يعنى خطأ كل التحليلات التى تجرى عليها لانها تحسب منسوبة اليها كنسبة مئوية او غيرها من النسب التى سنتعرض لها فيما بعد -

والميزان الحساس المستخدم فى معامل طلاب الدرجات الجامعية الاولى نوع من الموازين الحساسة البسيطة المسماه (الميزان الحساس المعتاد ـ شكل ٢) وهو ميزان مصمـــم على فكرة ارشميدس القائلة انه اذا اثرت قوتان (قوة ومقاومة) على ذراع صلب (رافعة) يرتكز على نقطة (محور الارتكاز) يقع بين نقطتى تأثير هاتين القوتين فانه عند اتزان الرافعة تكون :

القـوة × ذراعهـا = المقاومة × ذراعهـا

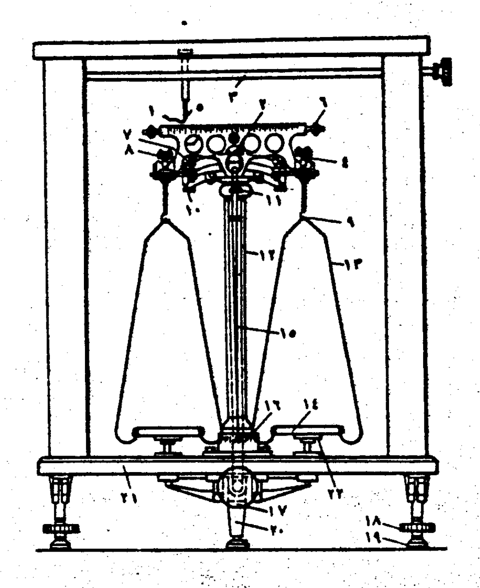
حيث زراع القوة هو المسافة بين نقطة تأثير القوة و محور الارتكاز ، و زراع المقاومة هو المسافة بين نقطة تأثير المقاومة و محور الارتكاز ، و يسمى هذا النوع من الروافع (روافع من النوع الاول) ـ شكل (١) .



شكل (١)

فكرة تصميم الموازين الحساسة على قاعدة ارشميدس

و قد صمم هذا الميزان بحيث يكون زراع القوة مساويا لزراع المقاومة و بذلك عند اتزان الميزان افقيا يكون مقدار الثقل المؤثر فى احد الجانبين كقوة مساويا لثقل معلوم (سنجة) موضوعة فى الجانب الاخر كمقاومة .



شكل (٢) التركيب العام للميزان الحساس

(١) القب (العاتق) (٢) منشور الارتكاز المركزى (٣) حامل الركاب
(٤) المنشور الجانبى (٥) علاقة الركاب (٦) مسمار ضبط
(٧) قائمة مكبح القب (٨) صفيحة (وسادة) (٩) علاقة الكفة
(١٠) ذراع مكبح القب (١١) صامولة التعيير الرأسية (١٢) عمود الميزان
(١٣) قوس الكفة (١٤) كفة الميزان (١٥) المؤشر
(١٦) لوحة التدريج (١٧) مقبض المكبح (١٨) مسمار محوى
(١٩) مسند الساق (٢٠) ساق الاستناد الخلفى (٢١) القاعدة
(٢٢) مسند مكبح الكفة ٠

تركيب الميزان

يتركب الميزان من الاجزاء التاليـــة :

(١) القاعـــدة :

ترتكز على ثلاثة مسامير ، منها اثنان محويان لضبط الميزان افقيا

(٢) حامل القب:

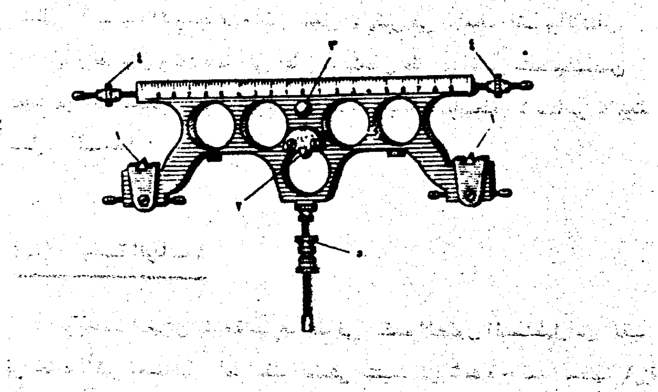
و هو عبارة عن اسطوانة مثبتة بالقاعدة لتحمل القب و الكفتين اثناء راحة الميزان ، و مثبت عليها الاجزاء الثابتة مثل حوامل الكفتين و تدريج الاتزان و اسطوانتى منع الاهتزاز ، و يوجـد بها ميزان كحولى لمعرفة افقية الميزان .

(٣) قلب الميزان :

و هو عمود متحرك داخل اسطوانة حامل القب ، و يرفع و يخفض بواسطة رافعة اسفل الميزان تسمى المكبح ، و عند رفعه يلامس المناشير الثلاثة فـــى الميزان الوســـائد الثلاث و تتحلل الكفتان من حامليها و تصبحان حرتـان و يكون الميزان فى حالة العمل و عند خفض المكبح يستند القب على مكبحـه و تتحرر قمم المناشير الثلاثة من وسائدها و تستند الكفتان على حواملها و يكون الميزان فى وضع الراحـــة .

(٤) القب (او الحاتق) :

و هو عبارة عن صفيحة تشبه المستطيل او المثلث شكل (٣) و تتخللها فجوات صنعت خصيصا لتخفيف كتلة الصفيحة ، و يجب ان تكون المادة التى يصنع منها القب متينة و خفيفة بقدر الامكان ، و لهذا تصنع من البرونز او سبيكة من الالومنيوم و الماغنسيوم ، و اهم اجزاء القب ما يلى :



شكل (٣) : قب الميزان الحساس

(١) منشور الحمل الجانبى (للكفتين) (٢) منشور الارتكاز
(٣) منظم ارتفاع منشور الارتكاز
(٤) صامولتا التعيير الافقيتان (المسماران المحهان للضبط)
(٥) صامولة التعيير الرأسية

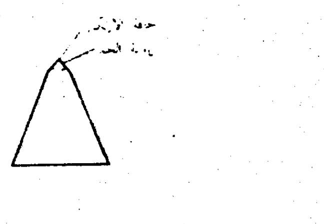
(أ) المناشـــير :

وهى تصنع من مواد قاسية جدا ومصقولة جدا حتى لا تتأثر بالتآكل او الاحتكاك ، وتستعمل لذلك مادة العقيق agate او العقيق الابيض chalcedony وتكون حافة المنشور حادة وملساء شكل (٤ ـ أ).
ويوجد ثلاثة مناشير فى الميزان تمثل محاور (نقاط) ارتكاز ثـــلاث شكل (٤ ـ ب) الاوسط قمته الى اسفل ويكون فى منتصف القب والاثنان الباقيان طرفيان وقمتاهما الى اعلى ويكونان على مسافتين متساويتيـــن تماما من قمة المنشور الاوسط ويثبت المناشير بالقب بواسطة ٤ مسامير قلاووظ شكل (٤ ـ جـ) .

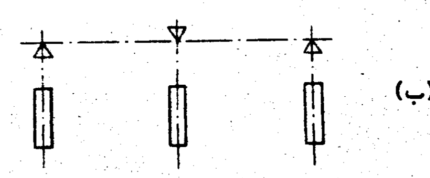
(ب) لوحـــة الركاب :

ويجهز الميزان بلوحة مدرجة تقع فى القسم العلوى المستطيل من القب فى حالة القب المستطيل اما القب المثلثى فتثبت على قاعدة حافته السفلية بارزة للامام ، وتدرج عادة بحيث يكون صفر التدريج يقع فوق حافة منشور الارتكاز الاوســط يدرج ساق اللوحة اليمين واليسار من صفر الى ٥ او ١٠ ، وتقسم المسافة بين كل درجة والتالية ٥ اقسام او ١٠ اقسام ، كمـــا فى شكل (٥).

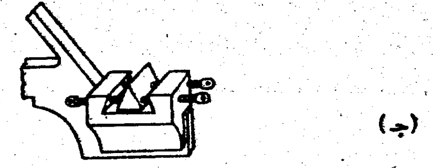
وتستخدم اللوحة المدرجة فى تعيين الرقمين الثالث والرابع بعد العلامة العشرية فى قيمة الوزن الجرامية ، ويستعان بذلك بالركاب (rider) ويمكن نقله من مكان لاخر بواسطة اداه خاصة تستعمل اثناء قفل صندوق الميزان .



(أ)



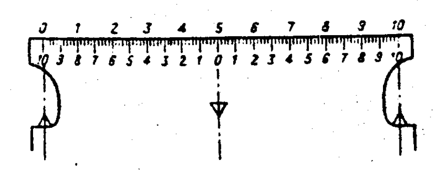
(ب)



(جـ)

شكل (٤)

مناشير الميزان

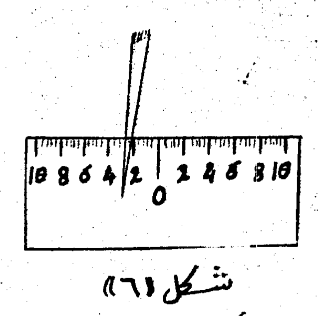


لوحة التدريج مخصصة للراكب. يبدأ الترقيم السفلي من
الصفر الكائن في وسط اللوحة بينما يبدأ الترقيم العلوي من اليسار

شكل (٥)

(جـ) مؤشر حركة القب:

و هو مؤشر طويل مثبت في منتصف القب و تتحرك نهايته السفلى امام لوحة مدرجة صغيرة مثبته فى القاعدة السفلى لاسطوانة حامل القب ، و مدرجة عادة الى ٢٠ تدريجة. شكل ٦ ، و قد تثبت امامها عدسة مكبرة لمراقبة المؤشر بوضوح.



شكل (٦)

(د) اثقال موازنة القب :

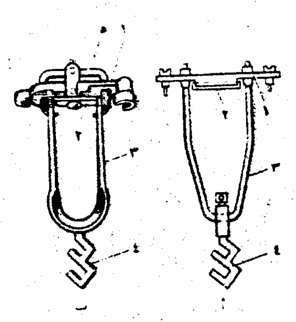
و تتم موازنة القب او بمعنى اخر ازاحة مركز ثقله بواسطة صامولة تتحرك على محور من الصلب مزود بسن لولبى ، و مثبتة فى منتصف القب ، و تسمى العلم ، و قد تستعمل منها صامولتان تتحركان على محوران محويان كل منهما فى احد طرفى القب (شكل ٣) ،(شكل ٧)

شكل ٧ . العلم (١) وصامولة التعيير الرأسية (٢)

و قد تستعمل ايضـا صامولة تتحرك على محور راسى لرفع و خفض مركز ثقل القب .

(هـ) وسائد المناشير :

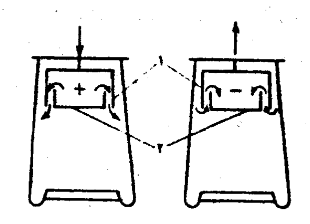
لكل منشور من المناشير الثلاثة وسادة ، و هى عبارة عن لوح مستفر يصنع من نفس مادة المناشير ، و اثناء العمل تلامس الحافة الحادة لكل منشور للوسادة . فاما وسادة المنشور الاوسط فهى مثبتة فى قلب الميزان ، و لكن وسادتى المنشورين الطرفيين مثبتتين فى حلقتى تعليق الكفتين (العلاقتين) شكل ٨ .



شكل ٨ . الحلقات :
أ ـ حلقة لا تتفكك ، ب ـ حلقة تتفكك .
١ ـ صفيحة ، ٢ ـ وسادة ، ٣ ـ قوس لتعليق الكفة ، ٤ ـ كلاب ، ٥ ـ قوس الارتكاز

(٥) الكفتان و المخامد :

تعلق كل كفة فى حلقتى التعليق السابق ذكرها و تتحرك كل كفة من خلال اسطوانة تتحرك د اخل اسطوانة اخرى مثبتة فى حامل القب و تسمى اسطوانتى منع الاهتزاز او المخامد شكل (٩) .



١ـكأس متحرك يثبت على كفة الميزان ،
٢ـكأس ثابت . عند خفض الكفة اليسرى ورفع الكفة اليمنى يتشكل ضغط فى الكأس الأيسر ويفرغ الكأس الأيمن من الهواء . تدل الأسهم على حركة الهواء

شكل (٩)

و تستند كل كفة على مسند يتحرك د اخل القاعدة مع حركة ادارة رفع و خفض الميزان و ذ لك لتستند اليها الكفة اثناء راحة الميزان (فى حالة عدم الاستعمال) .

(٦) اداة رفع و خفض القب:

و هو الجزء الهام من الاجزاء المساعدة فى الميزان الحساس ، و هو مخصص لفصل المناشير عن الوسائد لدى الانتهاء من عملية الوزن .

(٧) الركاب :

و هو عبارة عن سلك رفيع من الالومنيوم ، و يستعمل عند ما يتطلب

الوزن دقة تصل الى الف او عشرة الاف جزء من الجرام ، و يتحرك الركاب على لوحة مدرجة مثبتة فى القب كما سبق ذكره ، و تبلغ كتلة الركاب ١٠ر٠ جرام و يوضح شكل ١٠ انواع مختلفة من الركابات .




شكل (١٠) انواع من الركابات

(٨) الصندوق الخارجى :

و هو صندوق مركب على القاعدة بغرض حماية الاجزاء الداخلية للميزان ، و حجمه يختلف باختلاف الموازين ، و فائدته هو حجب الميزان من تأثيرات الحجرة من رطوبة و هواء ، و مثبت به ذراع تحرك الركاب و له باب يميـــن لوضع السنج و باب يســـار لوضع العينة و باب امامى لضبط الميزان ، و تكون تلك الابواب من الزجاج حتى يمكن مراقبـــة الميزان اثناء عمله .

(٩) مجموعة السنجات التحليلية :

و هى مجموعة السنجات (المثاقيل) موضوعة فى علبة خاصة و مرتبة حسب

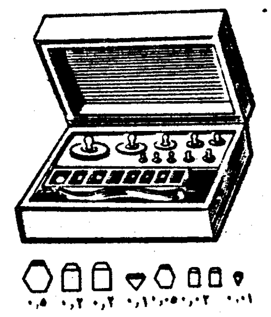
ترتيب معلوم (شكل ١١) وتتكون هذه السنجات من نوعين :

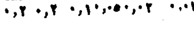
النوع الاول : تتكرر فيها الارقام ٥ ، ٢ ، ٢ ، ١ ، وفى الثانية :الارقام ٥ ، ٢ ، ١، ١، ١٠٠، ٠ كما فى الجدول التالى :

المجموعة الاولى		المجموعة الثانية	
سنجات فئة الجرامات	سنجات فئة مللجم	سنجات فئة جم	سنجات فئة ميللجم
١٠٠		١٠٠	
٥٠	٥٠٠	٥٠	٥٠٠
٢٠	٢٠٠	٢٠	٢٠٠
٢٠	٢٠٠	١٠	١٠٠
١٠	١٠٠	١٠	١٠٠
٥	٥٠	٥	٥٠
٢	٢٠	٢	٢٠
٢	٢٠	١	١٠
١	١٠	١	١٠
		١	١٠

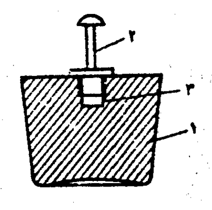
الاحتياطات الواجب مراعاتها عند استخدام الميزان الحساس:

(١) يجب ان يرتكز الميزان على دعامة ثابتة لا تتأثر بالاهتزازات الميكانيكية فى





علبة السنجات



السنجة التحليلية :

١ - جسم السنجة ، ٢ - رأس السنجة ٣ - فراغ يملأ بالرصاص أثناء ضبط كتلة السنجة

شكل (١١)

الحجرة و يجب الا تسقط اشعة الشمس المباشرة على الميزان لانها تسبب اضطرابا فى الوزن •

(٢) عند الاستخدام يجب أن يكون قب الميزان مرفوعا عن المنشور حتى لا يتعرض للتآكل و الاهتزازات و لا يرفع القلب بالاداه الرافعة الا لحظة مراقبة الاتزان فقط •

(٣) يجب خفض القب ببطء و عناية دائما •

(٤) يجب الا يرتكز القب ابدا على المنشور اثناء وضع او رفع السنج او الوزنات فى الكفتين •

(٥) يمكن أن يترك الميزان ليتأرجح عند وضع الركاب على المسطرة او رفعه عنه

لفترة وجيزة كما يمكن ايضا ان يحرك الميزان براحة اليد بترويحها راحــة خفيفة لتحريك الهواء فوق احدى الكفتين ، ولكن لا يجوز ابدا ان تحرك الكفة بلمسها باليد او بخفض القب فجأة على المنشور .

(٦) يجب ان تجرى عمليات الوزن بالطريقة التقليدية بمحاولة استخدام السنج الواحدة تلو الاخرى بترتيبها الصحيح .

(٧) قبل عملية الوزن يجب التأكد من ان الميزان مضبوطا ، وان يكون ذلك عند كل وزن .

(٨) يجب ان يجرى الضبط النهائى للوزن بالركاب ، وكذلك جميع المشاهدات الخاصة بالاهتزاز فى حالة وجود الصندوق مقفلا ، وذلك لمنع الخطأ الذى ينشـأ عن تيارات الهواء وعندما يتحرك الميزان يجب غلق ابواب الميزان وان يكون نظيفـــا .

(٩) يجب غلق ابواب الميزان بعد وضع السنجة او العينة مباشرة كما يجب وضع كيس صغير يحتوى على كلوريد الكالسيوم لامتصاص الرطوبة وذلك حتى لا يوثـــر على الوزن .

(١٠) يجب ان يدون وزن المادة اولا بجمع السنج الناقصة من العلبة (الذى يجب ان يكون كاملا وكل السنج فى مكانها الصحيح دائما) وثانيا بجمـع الاوزان الموجودة على الكفة وبعد اجراء الوزن النهائى وذلك عند اعادتهـا الى العلبـــة .

(١١) يجب الا توضع المواد المراد وزنها مباشرة على الكفة بل على زجاجة ساعة او زجاجة وزن او علبة الرطوبة و ... الخ ، ويجب الا يكون الجسم ادفأ او ابرد من الهواء داخل الميزان .

(١٢) يجب الا يحمل الميزان اكثر من طاقته (٢٠٠ جرام عادة) .

ضبط الميزان

يكون الميزان مضبوطا و معدا للاستعمال :

(١) عند ما يكون فى وضع افقى

(٢) عند ما يستقر المؤشر امام علامة الصفر و يكون القب مرفوعا

(٣) عند ما يهتز المؤشر مسافتين متساويتين على كل من الجانبين بالتدريج ، و يتحرك الميزان دون وجود اثقال بالكفتين •

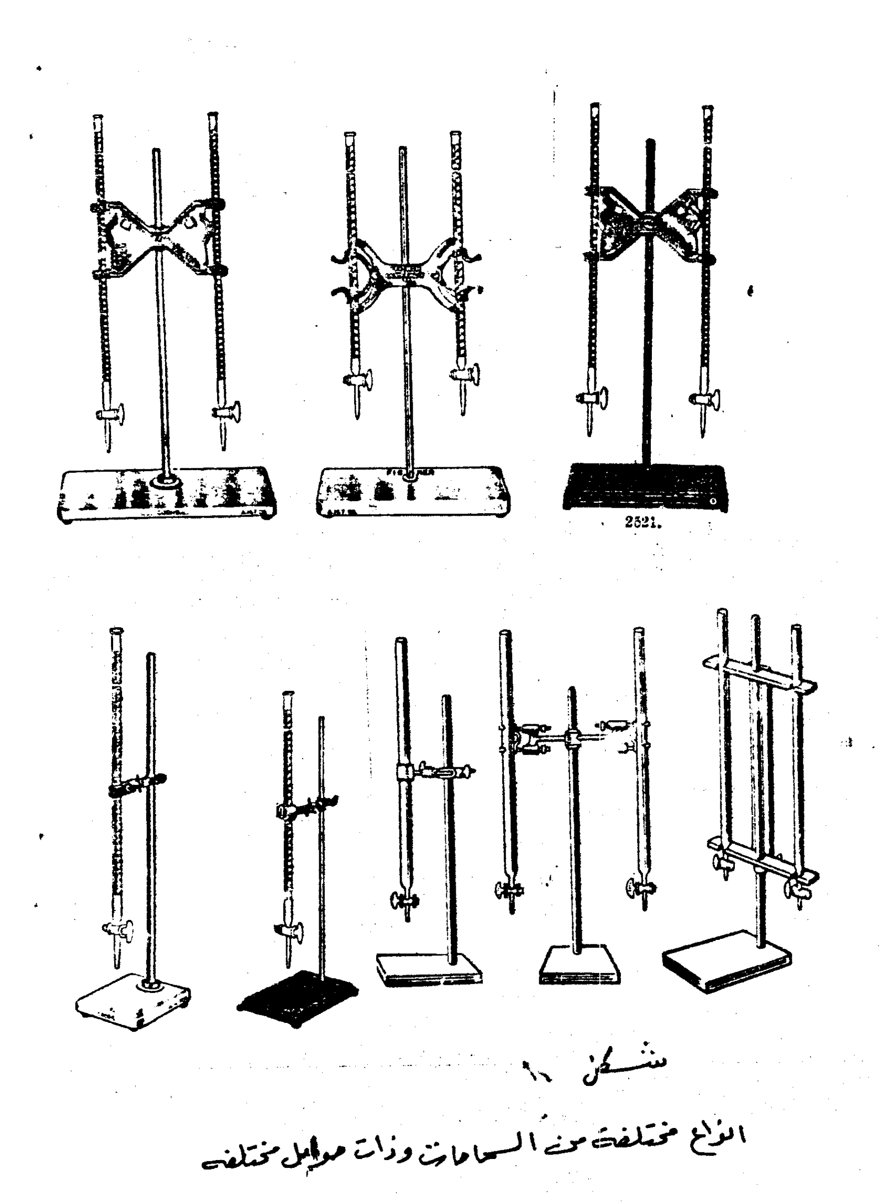
السحاحات Burettes

عبارة عن انابيب طويلة منتظمة المقطع مدرجة الى ميللمترات و تسمى حين ذلك سحاحة ميللمترية mellimetric burette او مدرجة الى ميكرومترات و تسمى سحاحة ميكرومترية micrometric burette وهى مزودة من طرفها الاسفل بصنبور زجاجى أو انبوبة من المطاط عليها مشبك ضاغط •

و يوضح شكل ١٢ ، ١٣ انواع مختلفة من السحاحات•

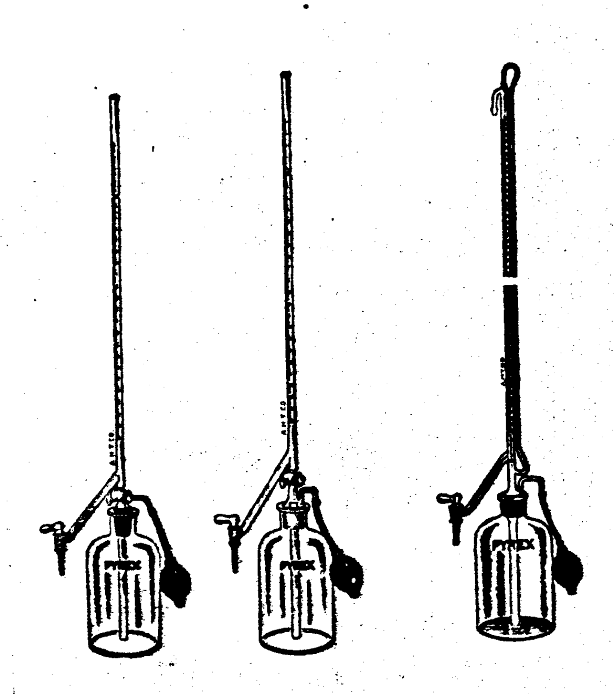
ما يجب مراعاته عند استخدام السحاحة :

(١) التأكد من وجود الحلقة الكاوتشوك فى الصنبور او التيلة النحاسية التى تمنع سقوطه أو خروجة من منبعه •



شكل ٦١

انواع مختلفة من السحاحات وذات حوامل مختلفة

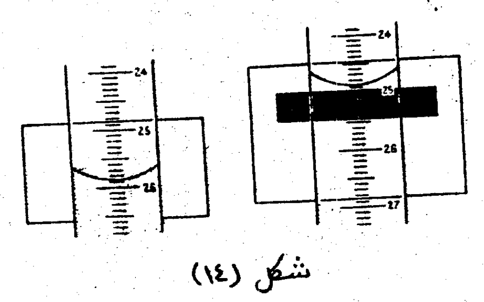


شكل (١٣) : أنواع من السحاحات الأتوماتيكية

(٢) تثبت السحاحة جيدا بحاملها على ان تكون فى وضع راسى تماما و ان تكون فى ارتفاع مناسب و ان تسمح نهايتها السفلية لوضع اناء المعايرة و تحريكة و رفعة بسهولة .

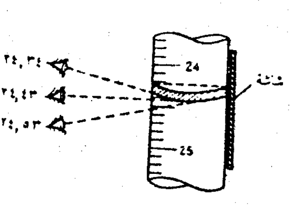
(٣) اقرأ السحاحة الى اقرب ٠١ر٠ مل و سجل القراءة ، تأكد من كل قراءة بعد تسجيلها .

(٤) يستحسن قراءة السطح السفلى للسائل ، فيما عدا السوائل ذات الالوان القاتمة مثل محلول برمنجنات البوتاسيوم فيقرأ السطح العلوى له . شكل ١٤ .



شكل (١٤)

(٥) عند قراءة الحجم يجب ان يكون النظر بحيث تكون العين فى محازاة نقطة القراءة تماما شكل (١٥) ، فاذا كانت العين منخفضة عن السطح فستكون القراءة اصغر من الحقيقة و العكس بالعكس .



شكل (١٥)

(٦) ضع قمعا صغيرا عند ملء السحاحة قبل استخدامها ثم يرفع بعد ملوءها
ويجب تجفيف الجدران الخارجية للسحاحة قبل استخدامها فى عملية
المعايرة و قبل وضع اناء المعايرة تحتها .

الماصات Pipettes

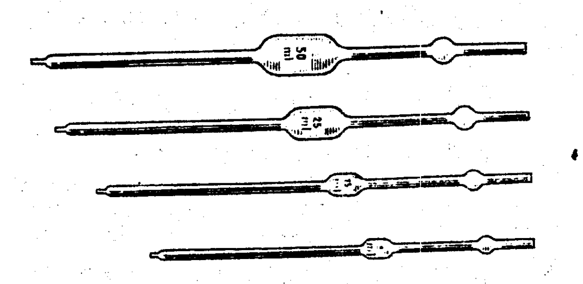
و يجب التمييز بين ماصات النقل و ماصات القياس ، فماصات النقل شكل
(١٦ــ أ) يوجد عليها علامة تحدد الحجم المطلوب و تستخدم فى نقل
حجم معين من وعاء الى اخر ، و بها فقاعة فى منتصف الماصة موضح عليها
حجمها ، و تختلف حجوم الماصات ، منها :

١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ١٠ ، ٢٠ ، ٢٥ ، ٥٠ ، ١٠٠
ميللتر ، و توجد فى بعض المعامل ماصات نقل ذات حجوم خاصة لاغراض معينة .

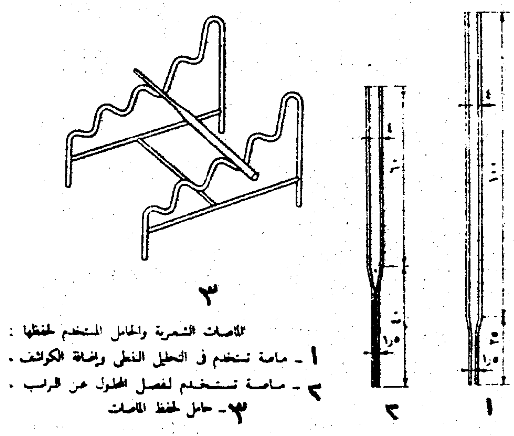
اما ماصات القياس (شكل ١٦ــ ب) فهى تشبه السحاحة المدرجة
و مسحوبة عند احد طرفيها و تستخدم فى قياس اى مقدار من السائل و توجد
منها احجام : ١ ، ٢ ، ٥ ، ١٠ مل .

و هناك ماصات بها انتفاخ اضافى علوى أو انتفاخين لتوفير الامان عند ما
تستخدم لنقل الاحماض المركزة ضمانا لعدم وصولها الى الفم اثناء السحب ،
كما ان هناك ماصات ميكرومترية لنقل حجوم صغيرة جدا .

و هناك ماصات شعرية تستخدم لفصل المحلول من الراسب او لاجراء
عملية تنقيط من محلول على اخر شكل (١٦ ــ جـ) .



شكل (١٦- ب) ماصات نقل



شكل (١٦ - جـ) ماصات شعرية

شكل (١٦-ج) أنواع مختلفة من ماصات القياس

شكل ١٦-د
كيفية قراءة الماصة

ما يجب مراعاته عند استخدام الماصات :

(١) اسحب المحلول المراد قياسه او نقله الى نقطة اعلى من علامة التدريج قليلا ثم سد الماصة بالسبابة بسرعة و دع مستوى المحلول يهبط حتى يتطابق سطح السائل امام علامة التدريج ، مع ملاحظة الا تكون السبابة مبتلة ٠

(٢) امسك الماصة عموديا طوال الوقت بحيث يكون سطح السائل امام مستوى النظـــــر (شكل ١٦ ــ د) ٠

(٣) بمجرد تفريغ الماصة لامس طرفها بالسطح الداخلى للدورق و لا تنتظر تكون قطرات اخرى ٠

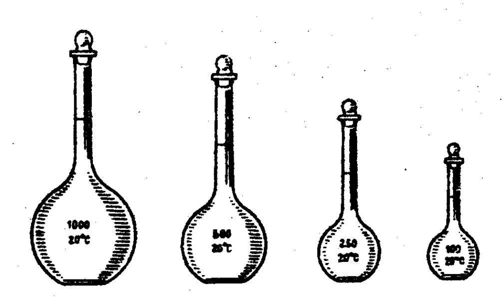
(٤) لا تنفخ فى الماصة للاسراع من تفريغ المحلول او جزء منه ٠

الدوارق الحجمية (المعيارية)

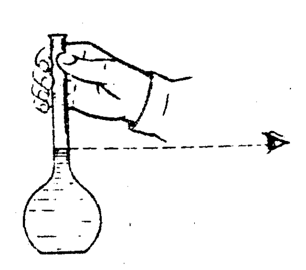
هى دوارق ذات قاعدة منبسطة (مسطحة) و يوجد على عنقها الذى صمم ضيقا و طويلا علامة تحدد حجم السائل الذى يملوءهـا ، و هذا الحجم مدون على جدرانها الخارجى عند درجة الحرارة الموضحة (عادة ٢٠ °م) و تختلف سعة الدوارق الحجمية بين :

١٠ ، ٢٥ ، ٥٠ ، ١٠٠ ، ١٥٠ ، ٢٠٠ ، ٢٥٠ ، ٥٠٠ ، ١٠٠٠ ، ٢٠٠٠ مل ، شـــكل ١٧ ، و تستخدم الدوارق الحجمية فى تحضير المحاليل القياسية و فى تخفيف المحاليل الى حجم معلوم ٠

وعند النظر الى الدوراق لتحديد سطح السائل ومطابقته بعلامة السعة يجب مراعاة ما سبق قوله فى السحاحات والماصات من ان يكون سطح السائل فى مستوى النظر ، كما يجب عدم وضع المحاليل الساخنة فى الدوارق المعيايرة (الحجمية) او تسخينها مطلقا .

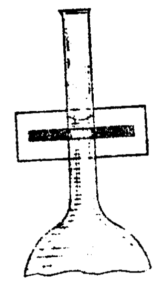


شكل ١٧- أ انواع واحجام مختلفة



مراقبة الوضع الصحيح لهلال السائل

(ب)



مشاهدة
هلال السائل أمام شاشة
ذات خط أسود عريض

(جـ)

شكل (١٧) الدوارق المعيارية

المخابير المدرجة Measuring cylinders

و هى اوعية اسطوانية طويله تدرج تدريجا يناسب حجم المخبار ، فقد يكون بالمليلليترات او كل ١٠/١ مل ، و تستخدم فى القياسات التقريبية ، و يمكن الحصول بواسطتها على قراءات صحيحة و دقيقة فى عمليات التحليل الحجمى بشرط ان تكون المخابير مدرجة بدقة و بمواصفات خاصة ٠

و شكل (١٨) يوضح انواع و اشكال مختلفة من المخابير ٠

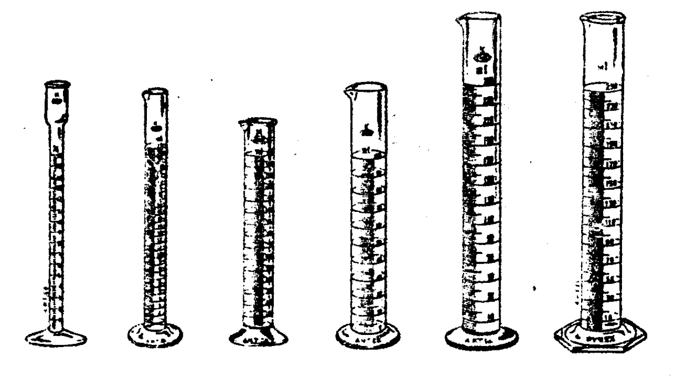
ما يجب مراعاته عند استخدام ادوات القياس الحجمية :

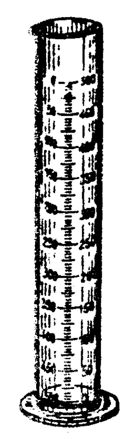
(١) كقاعدة عامة لا يمكن اعتبار التدريج على احد اجهزة القياس السابقة صحيحـــا تمامـــا ، و لكن يجب التأكد من صحته باستمرار باختبار بعضها مع بعض و مع اداة سبق ضبطها ٠

(٢) لا يمكن ان تكون الحجوم المأخوذة بالاجهزة السابقة صحيحة ما لم تكن نظيفة من الداخل حتى لا تلتصق قطرات من السائل على جدار الانـــاء من الداخل و تؤثر هذه القطرات تأثيرا كبيرا عند اخذ الحجـــوم ٠

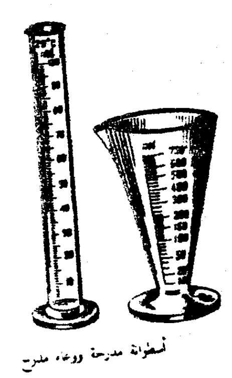
(٣) لا تقاس المحاليل بهذه الاجهزة الا فى درجة الحرارة المدونة عليها و عموما لا يجب اخذ قياسات للمحاليل و هى ساخنة او باردة جدا ٠

(٤) كذلك يجب التأكد من جفاف الادوات السابقة قبل اى استعمالات لها





اسطوانة حجمية مدرجة بتدريجين : الأول (التدريج الأيسر) على أساس تفريغها من المحلول ، والثاني (التدريج الأيمن) على أساس ملئها بالمحلول



أسطوانة مدرجة ووعاء مدرج

شكل (١٨) : أنواع مختلفة من المخابير المدرجة

فى ما عدا الدوارق المعيارية فيكفى غسلها قبل الاستعمال مباشرة بالماء المقطـــــر .

(٥) عند استخدام المخابير فى نقل الاحماض المركزة يجب ان تكون جافة تماما حتى لا تتولد حرارة عند وضع الحمض عليها و تصاعد بخار الماء و تكثفة على الجدران .

(٦) عند استعمال السحاحات و الماصات يجب غسلها بالمحلول المراد نقله او قياسه بل استعمالها معه .

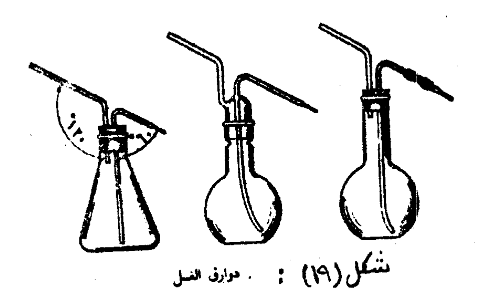
(٧) يجب عدم تجفيف الادوات السابقة فى فرن التجفيف حتى لا تتأثر علامات التدريج التى عليها ، ويمكن التجاوز عن ذلك بالنسبة للمخابير المستعملة فى نقل الاحماض المركزة .

(٨) هناك اشكال مختلفة اخرى لاجهزة القياس السابقة ، وحجوم اخرى قد تدعو اليها حاجة بعض القياسات ذات الاعتبارات الخاصة من الدقة او اسلوب التحليل او القياس او غير ذلك ، وقد اكتفينا بهذه الاشكال و تلك الحجوم لسهولة و شيوع استخدامها .

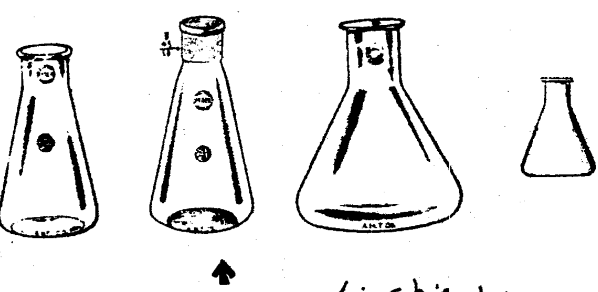
بعض الاجهزة و الادوات الشائعة الاستعمال فى التحليل الحجمى :

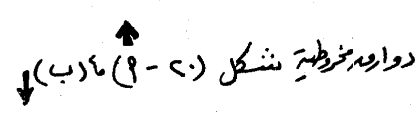
١ ـ سحاحات	Burettes	شكل ١٢ ، ١٣
٢ ـ ماصـــات	Pipettes	شكل ١٦
٣ ـ دورق معيارى	Measuring flasks	شكل ١٧
٤ ـ دورق غسيل	Weashing flask	شكل ١٩

(٥) دورق مخروطي	Conical flask	شكل ٢٠
(٦) كـــأس	Beaker	شكل ٢١
(٧) مخبار مدرج	Measuring cylinder	شكل ١٨
(٨) ورق ترشـــيح	Filter paper	شكل ٢٢
(٩) قمـــع ترشيح	Filter funel	شكل ٢٣
(١٠) حامل	Triped	شكل ٢٤ ــ د
(١١) حامل انابيب اختبار		شكل ٢٤ ــ هـ
(١٢) ماسك انابيب اختبار	test tude holder	شكل ٢٤ــ جـ
(١٣) ماسك جفنـــــة	Crucible tongs	شكل ٢٥
(١٤) جفنـــة صيني	crucible	شكل ٢٦ ــ أ
(١٥) قضيب زجاجي	Glass rod	
(١٦) بوتقة احتراق صيني	Porcelain dish	شكل ٢٦ــ ب
(١٧) ملعقة وزن	Spaluta	شكل ٢٧
(١٨) مصباح بنزن	Bunsen burner	شكل ٢٤ ــ أ
(١٩) شبكة معدنية	Wire gauze	شكل ٢٤ ــ ب
(٢٠) زجاجة ســـاعة	Watch glass	شكل ٢٨
(٢١) ميزان حساس	Weighing balance	شكل ٢
(٢٢) مجفف زجاجي	Desiceator	شكل ٢٩
(٢٣) فرن احتراق	Muffle furnace	شكل ٣٠
(٢٤) فرن تجفيف	Oven	شكل ٣١
(٢٥) مثلث خزفـــي	Triangles	
(٢٦) فرش تنظيف	Brushes	شكل ٢٤ ــ و ، ٣٤ ، ٣٥ ، ٣٦ ، ٣٧ ، ٣٨

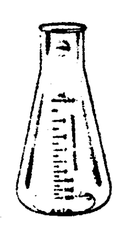


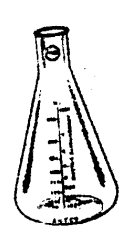
شكل (١٩) : دوارق الغسل

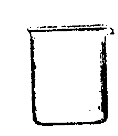




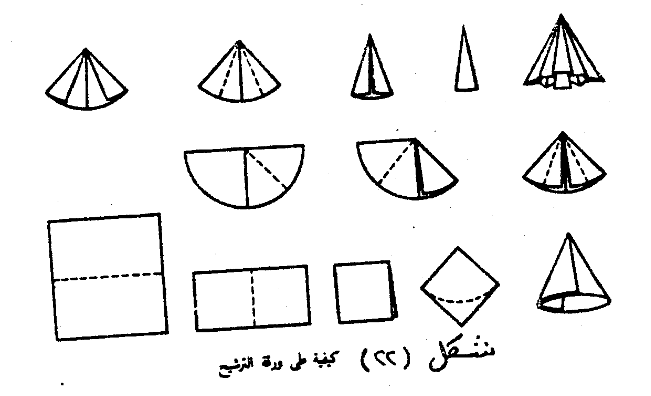
دوارق مخروطية شكل (٢٠ - أ) ، (ب)



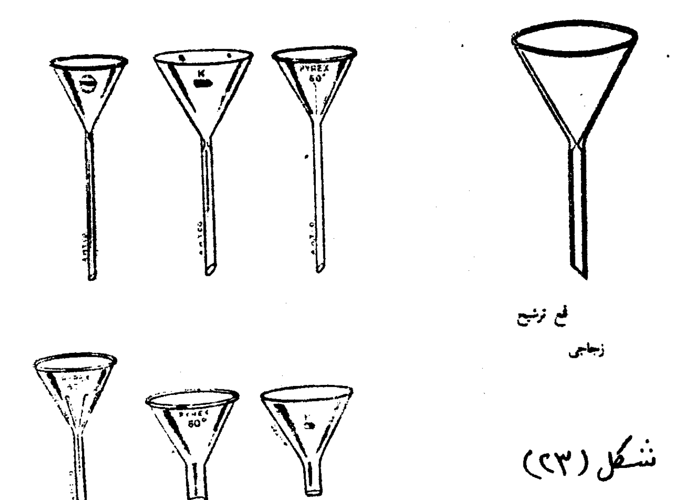




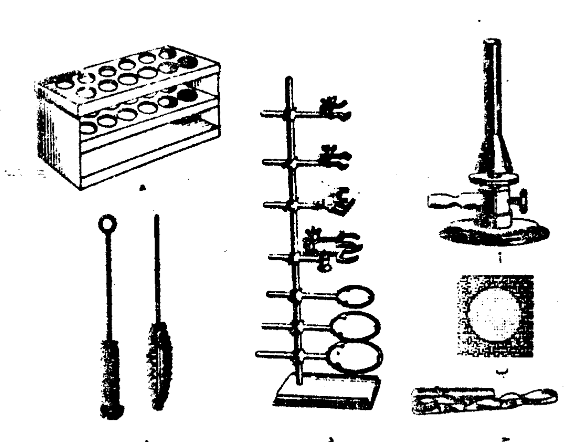
شكل (٢١) كأس



شكل (٢٢) كيفية طى ورقة الترشيح



شكل (٢٣)
اقماع زجاجية مختلفة

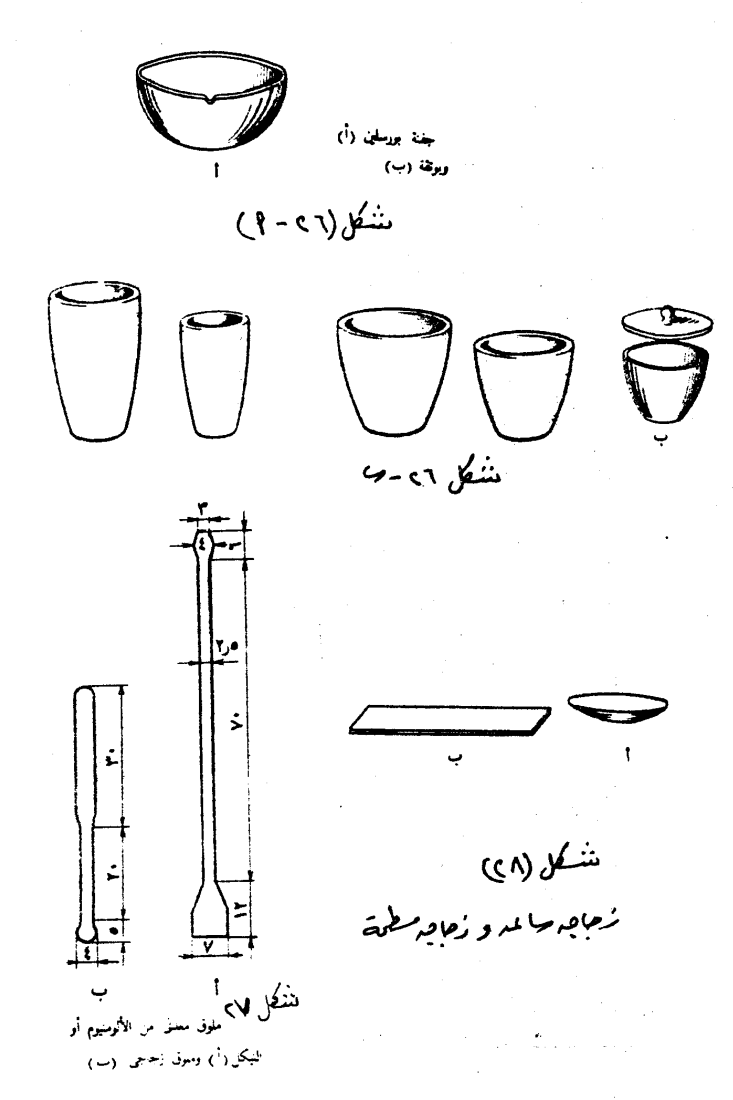


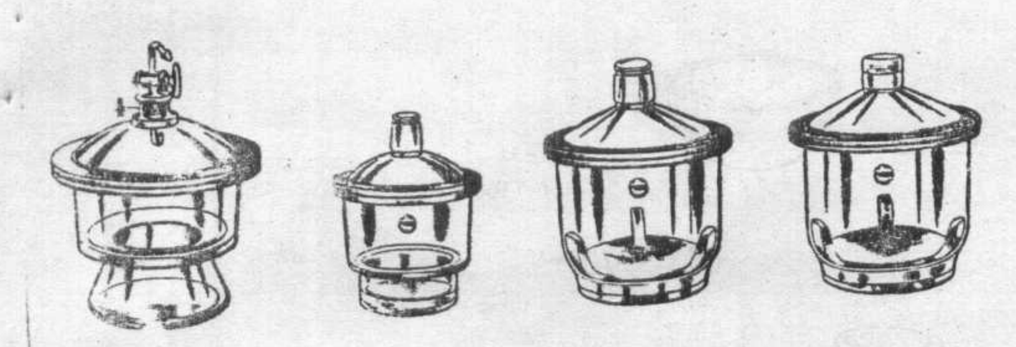
الأدوات المخبرية العامة :

أ ـ مصباح الغاز . ب ـ شبك بالاسبستوس . جـ ـ ملقط لأنابيب الاختبار . د ـ حامل للكلابات والحلقات . هـ ـ حامل أنابيب الاختبار . و ـ فرشاة لتنظيف الأدوات والأواني

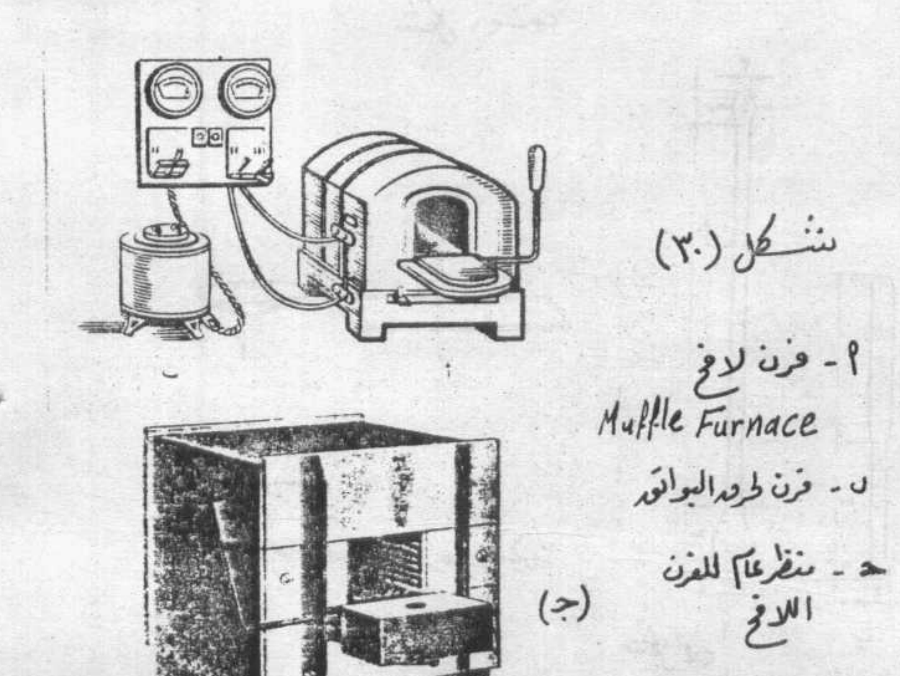
شكل (٢٤)

شكل (٥) ماسك جفنة


جفنة بورسلين (أ)
وبوتقة (ب)
أ
شكل (٢٦ - أ)
ب
شكل ٢٦ - ب
٣
٤
٣
٢٫٥
٧٠
٤٠
٢٠
٥
٤
١٢
٧
أ
ب
شكل ٢٧
ملوق معدنى من الألومنيوم أو
النيكل (أ) وملوق زجاجى (ب)
ب
أ
شكل (٢٨)
زجاجة ساعة و زجاجة مسطحة



شكل (٢٩) مجففات زجاجية

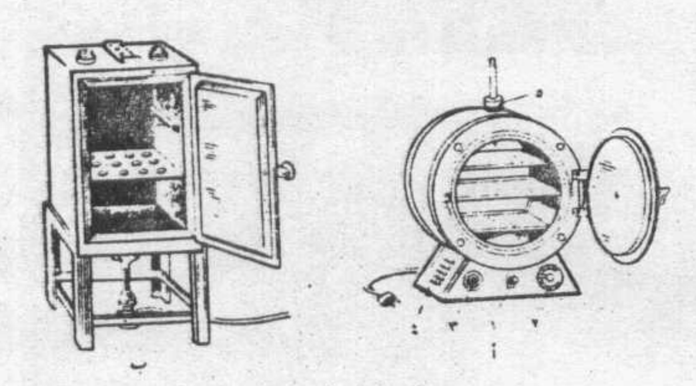


شكل (٣٠)

أ - فرن لافح
Muffle Furnace

ب - فرن لحرق البواتق

جـ - منظر عام للفرن اللافح

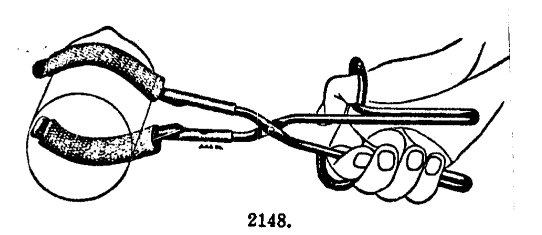


خزائن التجفيف :

أ ـ خزانة تجفيف ذات تسخين كهربائى ، ب ـ خزانة تجفيف ذات تسخين بالمصباح الغازى ، ١ ـ مفتاح التيار ، ٢ ـ قرص المرحل الحرارى لتثبيت درجة الحرارة اللازمة ، ٣ ـ مصباح المراقبة ، ٤ ـ فتحات التهوية السفلى ، ٥ ـ فتحات التهوية العليا

شكل (٣١)

نوعان من أفران التجفيف



2148.

الفصل السادس

العمليات التحليلية

عملية الوزن

يلجأ القائم على عملية التحليل الكيماوى للاغذية و مواد العلف الى عملية الوزن سواء لوزن عينة مناسبة من المادة المراد تحليلها او لوزن الجواهر الكاشفة لعمل المحاليل القياسية ، و يستخدم لذلك ميزان حساس تختلف انواعه و درجات حساسيته حسب نوع التحليل المراد اجراءه، و نتحدث عن كيفية الوزن على الميزان الحساس المعتاد الاكثر انتشارا فى معامل التحليل الكمى الحجمى التقليدية والذى سبق شرح تركيبه ٠

و تعرف الوزنة بانها كمية صغيرة من المادة المحللة الموزونة بدقة ، و تؤخذ من العينة الوسطية للمادة ، و هى التى تتعرض كما اثناء التحليل لجميع العمليات الضرورية ، و تكون الوزنة عادة صغيرة حيث تتراوح بين اعشار الجرام الى عدة جرامات ٠

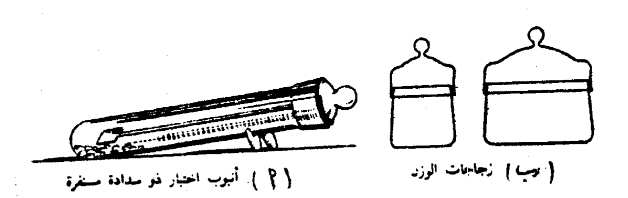
و اذا اريد اخذ وزنه من العينة تكون حوالى ١ر٠ جرام مثلا فهذا لا يعنى ابدا انه ينبغى ان يوزن بدقة ١٠٠٠ر٠ جم من العينة ،و لكنه يدل فقط على انه يجب ان توزن بدقة كمية من العينة تقرب كتلتها من ١ر٠ جم

وتقرأ عادة فى التعليمات العملية حول كيفية اجراء التحليل الجملة التالية " خذ وزنة دقيقة من العينة مقدارها حوالى ١ر٠ جم " وهذا يعنى انه من الضرورى ان يتم الوزن على موازين تحليلية وبدقة تصل الى ٤ ارقام عشرية ، وهكذا تصلح للمثال المذكور انفا الوزنات ٠٨٩٤ر٠ جم ، ٠٩٤٨ر٠ جم ، ١٠٥٢ر٠ جم ، ولا تصلح الوزنتان ٠٥٢٤ر٠ جم ، ٢١٤٦ر٠ جم .

ولا توضع الوزنة مباشرة على كفة الميزان التحليلى الا فى حالات نادرة جدا كوزن سلكا معدنيا او قطعة قماش جافة او ورقة عادية ، وفى اغلب الحالات توضع الوزنة لدى وزنها على زجاجة ساعة او فى انابيب اختبار او زجاجة وزن او فى علبة الرطوبة او بوتقة الاحتراق وغير ذلك .

وزجاجة الساعة تستعمل فقط لوزن العينات التى لا تعطى منتجات غازيــة ولا تمتص بسرعة عناصر الهواء ، ويستخدم عادة انبوب اختبار صغير مزود بسدادة من الفللين لوزن المواد السهلة التشتت والتى لا يجوز وزنها على زجاجة الساعة . شكل ٣٢ ــ أ

وتستخدم لوزن المواد الضعيفة الثبات زجاجات الوزن شكل ٣٢ ــ ب


(أ) أنبوب اختبار ذو سدادة سنفرة
(ب) زجاجات الوزن

شكل (٣٢)

عند الشروع فى عملية الوزن يجب على المرء قبل كل شيء ان يجلس بشكل مريح على الكرسي الموجود امام الميزان وان يفحص بعناية كبيرة قـــب الميزان دون لمس اى شيء فيه .

ويجب ان يلاحظ ان الحلقتان (العلاقتان) مســتندتان على المجموعتين الجانبيتين من القوائم (اليسرى واليمنى) وان يستند قب الميزان على المجموعة الوسطى ، اذا ظهر ان احدى القوائم حرة وجب ابلاغ الاستاذ او محضـــــر المعمل بذلك .

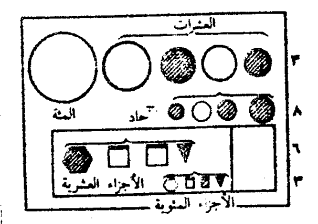
ويجب رفع الركاب فيما اذا كان متروكا على قب الميزان بعد الانتهاء من عملية وزن سابقة ، وعند وزن جسم ذى كتلة ثابتة يجب وضع السنجات على الكفة اليمنى والعكس من ذلك فان المادة توضع على الكفة اليمنى عندما يراد وزن كمية معلومة منها (اخذ وزنات معلومة القيمة) حيث يحتاج الامر هنا الى اخذ او اضـــافة كميات من هذه المادة .

وعند رفع السنجات فى الكفة بعد وضع المادة المراد وزنها ترفع سنجة يعتقد ان تكون اكبر من الوزن ثم يرفع الميزان الى وضع العمل وبمجرد انحراف المؤشر الى جهة العينة او السنجة بمقدار ثلاثة تدريجات يعاد وضع رافعة القب الى وضع الراحة ، فاذا كانت السنجة اكبر من العينة (اى ان المؤشر انحرف ناحية العينة) ترفع وتوضع السنجة التالية لها فى علبة السنج ويعاد معها نفس الاسلوب ، فاذا كانت اخف من العينة (اى ان المؤشر انحرف ناحية السنجة) يضاف اليها من علبة السنج السنجة التالية لها فى الترتيب .. .. وهكذا .

وعندما يتضح ان التوازن لم يتحقق بعد " وهذا ما يؤكده انحراف

المؤشر فى جهة واحدة فقط " بالرغم من استخدام جميع السنجات الموجودة فى علبة السنجات ، يغلق صندوق الميزان و توضع علبة السنجات جانبا حيث تبدأ عملية الوزن بواسطة الركاب .

يحرك الركاب على اللوحة المدرجة و يجرب اتزان الميزان عند كل نقلة ترفع رافعة القب الى وضع العمل ثم اعادتها مرة اخرى و ذلك حتى يتم الاتزان التام ، و تحسب وزنة العينة بجمع السنجات من الاماكن الخالية بالعلبة (شكل ــ ٣٢)
و من كفة السنج مرة اخرى .

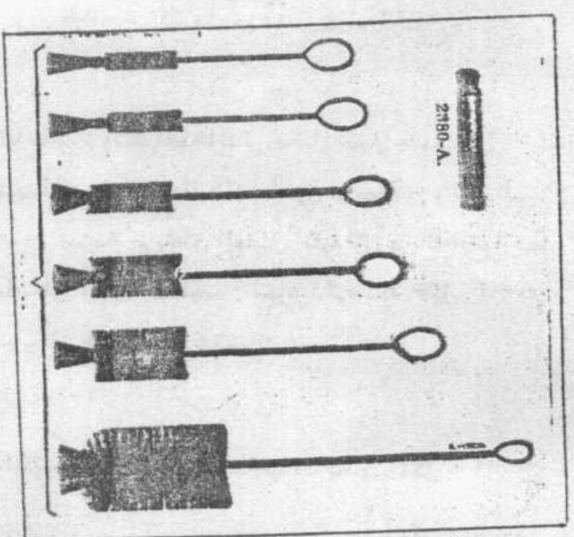


شكل ٣٢ حساب كتلة السنجات من الأماكن الفارغة فى علبة السنجات : ٣٨,٦٣ جم

عمليات تنظيف ادوات المعمل :

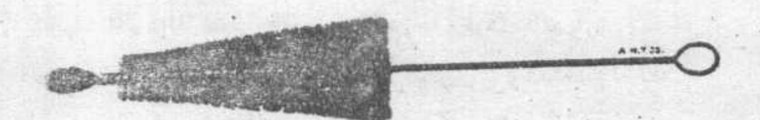
تتحدد دقة المحلل الكيميائى فى اجراء التحليل بمدى تنظيفة لادواته و حسن استخدامه لها بطريقة سليمة ، و لذلك يجب على الطالب الاحتفاظ بهذه الادوات دائما نظيفة جافة ، كما يجب على المحلل الكيميائى ان يحتفظ فى معمله بمجموعة من الادوات التى يستخدمها فى اجراء عملية غسيل و تنظيف ادوات المعمل مثل : فوط المعمل ، و فرش التنظيف المختلفة الاحجام و الاشكال التى تناسب مختلف اشكال الادوات الزجاجية المعملية و كذلك كمية من المنظفات و الصابون و محاليل التنظيف .

(١) تنظيف انابيب الاختبار و المخابير المدرجة و فوهات الدوارق المعيارية و دوراق الهضم ذات العنق الطويل : وتستخدم لذلك احجام مناسبة من فرش التنظيف المبينة بشكل ٣٤ .



شكل (٣٤) فرش تنظيف انابيب الاختبار

(٢) تنظيف السحاحات و ما يشابهها : تستخدم لذلك فرشاه تشبه النوع السابق و لكن ذات يد طويلة حسب طول السحاحة ـ شكل (٣٥) ، او تستخدم نفس الفرش السابقة مع استخدام سلك طويل من الصلب عليه غلاف خارجي من البلاستيك حتى لا يخدش السلك سطح السحاحة من الداخل .

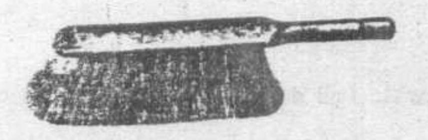


شكل (٣٥) فرشاة بيرطوبلة
لتنظيف السحاحات

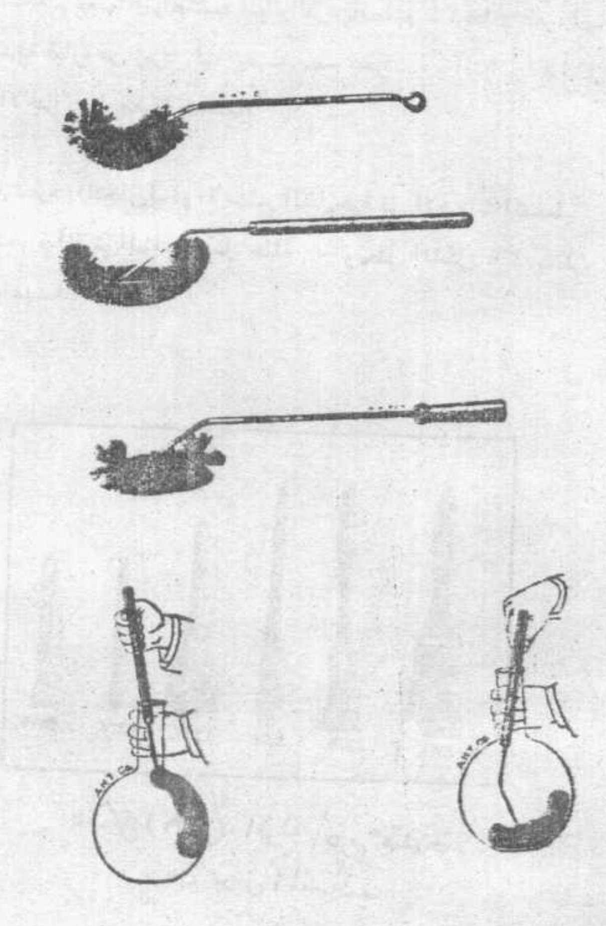
(٣) تنظيف الماصات : تنقع الماصات فى مخبار طويل حسب طول الماصة يحتوى على ماء ساخن و منظف او مسحوق صابون ، و اذا كانت بالماصات مواد ملتصقة لم يتمكن المحلل الكيميائى من تنظيفها فيمكن نقع الماصات فى سائل التنظيف (سيرد ذكره بعد قليل) ، ثم تغسل بتيار ماء متدفق من الصنبور .

(٤) تنظيف الكؤوس : تستخدم لذ لك فرشاة كما فى شكل ٣٦

(٥) تنظيف الد وارق : تستخدم لذ لك فرشاه خاصة شكل ٣٧



شكل ٣٦ : فرشـــاة تصلح لتنظيف الكؤوس

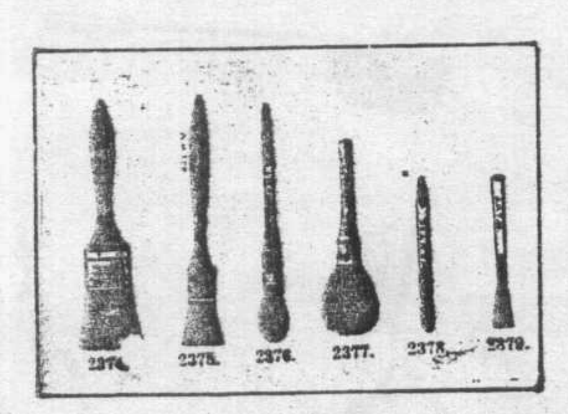


شـــكل (٣٧)

انواع مختلفة من فرش تنظيف الدوارق وكيفية استخدامها

(٦) لتنظيف الاجزاء الداخلية للاجهزة او الاوانى الزجاجية المعقوفة تستخدم معها انواع تشبه انواع الفرش السابق ذكرها ويكون لها يد مرنة عبارة عن زبرك رفيع بحيث يسمح بحركتها والتوائها داخل الاجزاء المعقوفة المختلفة ٠

(٧) ولتنظيف التجاويف او الاسطح الخارجية فى الادوات المعملية تستخدم الفرش المناسبة بكل حالة ، ويمثل الشكل ٣٨ بعض انواعها ٠



شكل (٣٨) انواع أخرى مختلفة من فرش التنظيف

وعندما يبدو الاناء الجاف (الكأس او الدورق مثلا) شفافا لدى فحصه على الضوء فهذا لا يعنى بعد انه نظيف ، وللتأكد من ذلك يوجه من دورق الغسيل تيارا رفيعا من الماء المقطر الى جدار الكأس

الداخلى مع تدوير الكأس فى الوقت ذاته ، ولا يعتبر الاناء نظيفا الا عندما يبلل الماء جدرانه بالتساوى تماما دون ان يتجمع على شكل قطرات وجداول .

ويغسل الاناء المتسخ او المغبر بالماء العادى اولا مع الاستعانة بالفرشاه المناسبة لنزع الاوساخ بالحك ، ويجب ان يجرى هذا العمل بحذر نظرا لانه من الامور المألوفة هنا ان يقوم الكيميائى المبتدئ بتنفيذ ذلك فيكسر الاناء ويجرح يديه ، وبوجه عام فانه يتوجب على الكيميائى عدم استخدام القوة عند التعامل بالادوات الزجاجية المعملية وان يظهر اكبر ما يمكن من الحذاقة والاتقان فى العمل ولا يجوز باى حال من الاحوال تنظيف جدران الاناء بيد الفرشاة المعدنية ، فهذا يؤدى الى حدوث تخرشات وخدوش ينكسر الاناء من جرائها اثناء التسخين .

وبعد الغسل بالماء يبدأ الغسيل باحد السوائل المنظفة اذا لزم الامر ، يمكن ان نذكر مثالين هنا لسوائل الغسيل الشائعة.

(١) محلول البوتاسا فى الكحول :

ويعتبر هذا المحلول افضل سائل منظف لهذه الغاية ، وهو يحضر باذابة ٤٠ — ٥٠ جم من البوتاسا الصلبة فى ٥٠٠ مل من الماء فى كأس مع ملاحظة ان المحلول سوف يكون ساخنا جدا ، وبعد ان يبرد يضاف اليه الكحول التجارى حتى يصبح حجم المحلول الكلى ١ لتر ولا داعى هنا ابدا لاستعمال كحول نقى مكرر التقطير .

(٢) المخلوط الكرومى :

ويحضر بخلط حمض الكبريتيك المركز مع محلول مائى مشبع من بيكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ او بيكرومات الصوديوم $Na_2Cr_2O_7$ بنسبة ١ : ١ ويجب اضافة الحمض الى محلول البيكرومات وليس العكس.

ويجب ملاحظة ان جميع السوائل المنظفة كاوية جدا ، فسقوطها فى العين قد يؤدى الى فقد البصر ، وهى تحرق الجلد وتترك بقعا على الملابس او تحرقها ، ولهذا يمنع منعا باتا حمل الاناء او الفرشاه التى يقطر منها السائل المنظف او التجول بها فى المعمل ، وتحفظ السوائل المنظفة فى زجاجات سميكة الجدران وعندما يراد استعمالها يصب منها جزء قليل فى الاناء ، ثم تحرك فيه وتعاد الى زجاجتها مرة اخرى ثم ينقل الوعاء المراد غسله الى الحوض حيث يغسل بالماء العادى ثم بالماء المقطر ، واذا ظهر بعد ذلك ان الماء يتجمع على الجدران الداخلية على شكل قطرات او جداول يعاد العمل كله من جديد .

النقل الكمى

المقصود به نقل المادة المراد نقلها نقلا كميا بمعنى اتخاذ الاجراءات التى تضمن نقل جميع هذه المادة تماما من اناء الى اخر باستعمال الماء المقطر او غيره من محاليل الغسيل .

فمثلا عند اخذ عينة على زجاجة الساعة او زجاجة الوزن و يراد نقلها كميــا الى كأس او دورق معيارى عليه قمع زجاجى ، يتم تفريغ محتوياتهــا من المادة الجافة من وعاء الوزن ثم تغسل زجاجة الساعة بالماء المقطـــر واستقباله فى الكأس او القمع ، واذا كانت المادة متبلورة فيمكن الطرق عليها خفيفا بقضيب زجاجى وخاصة اذا لم يكن من المفروض اضافة الماء اليها كما فى شـــكل ٣٩ .

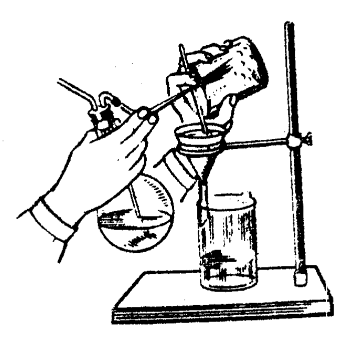


كيفية نقل الوزنة من على زجاجة ساعة إلى الكأس

شـكل (٣٩)

ويجب فى حالة استخدام قمع فوق دورق معيارى ان يكون قطره اكبر من قطر زجاجة الساعة ، ويجب غسل القمع بالماء المقطر ايضا .

وفى حالة نقل الراسب من كأس الترسيب الى ورقة الترشيح فيجب التأكد من النقل الكامل للراسب ثم غسل جدار الكأس وجدار القمع وورقــة الترشيح بعد ذلك ، شكل (٤٠) .



شكل ٤٤ : جرف الراسب المتبق على جدران الكأس بالماء

الترسيب

يرسب العنصر المراد تقديره على صورة عديمة الذوبان او قليلة الذوبان جدا فى وسط الترسيب ، حتى لا افقد منه بالترشيح كمية تسبب خطأ اكبر من المسموح فى عملية الوزن .

و لضمان الترسيب الكامل يجب مراعاة النقط التالية .

(١) يكون الترسيب عادة فى محاليل مخففة
(٢) تضاف المحاليل ببطء مع التقليب المستمر حتى يتكون الراسب على هيئة حبيبات كبيرة.
(٣) اذا كان الترسيب على الساخن فيجب رفع درجة حرارة احدى المحاليل الى قرب الغليان ، وذلك لان الغليان يعوق الترسيب
(٤) يترك الراسب مدة كافية لتمام الترسيب ، وذلك بوضعه على حمام مائى فترة من الزمن .
(٥) اذا كانت المادة المرسبة تحتوى على رواسب اخرى غير مرغوبة ، يذاب فى مذيب مناسب ، ثم يعاد ترسيبه .

الترشيح

تستخدم عملية الترشيح لنقل الراسب من المحلول كميا احدى المرشحات التالية :

ورقة الترشيح

وهى اوراق اعدت خصيصا لهذه العملية وتحتوى على كمية قليلة من الرماد ويطلق عليها عادة كلمة (عديمة الرماد Ashless) ولذلك فورقة الترشيح قطر ١١ سم لا تحتوى الا على اقل من ٠,٠٠٠١ جرام من الرماد ، وتصنع اوراق الترشيح على درجات متفاوتة من النفاذية ، ولهذا فقد اعطيت نمرا حتى يمكن معرفة ورق الترشيح المناسب للعمل المطلوب .

و من هذه النـــمر و خصائصها كالتالى :

(١) اوراق الترشيح العادية (متوسطة النفاذية) ، و تستخدم متى كان الراسب المراد حجزه ذو حبيبات متوسطة ، و تأخذ رقـــم (40) او قد تميز بشريط ابيض على علبتها .

(٢) اوراق الترشيح التى تستخدم لترشيح الرواسب الجيلاتينية ، و تأخذ رقم (41) او قد تميز بشريط احمر على علبتها .

(٣) اوراق الترشيح قليلة النفاذية و تستخدم لترشيح الرواسب ذات الحبيبات الدقيقة و تأخذ رقم (42) او تميز بشريط ازرق على علبتهـــا .

و تعد اوراق من كل نوع من الانواع السابقة تكون اكثر صلابة لتناسب أستعمالها فى حالة الترشيح مع التفريغ ، و تميز بوضع رقم (50) على يسار رقم ورقة الترشيح ، فتكون 540 , 541 , 542

(٤) اوراق ترشيح ذات نفاذية قليلة جدا و تأخذ رقم (50) ، و هى عادة ما تستخدم مع حالة الترشيح تحت التفريغ

(٥) اوراق ترشيح ذات نفاذية خاصة ، و عادة ما تستخدم فى الفصل الكروماتوجرافى الورقى ، كما تستخدم فى الترشيح للحبيبات المتوسطة و تأخذ رقم (1) .

طبقة الاسبوستس

ويتكون الجهاز المستخدم لهذا الهدف من قمع زجاجي بداخله شبكة معدنية فى دورق تفريغ متصل بجهاز شفط مركب على صنبور الماء ، وتوضع فى القمع كمية من معلق مائى من الاسبستوس ، وتترك لمدة ٢ ـ ٣ دقائق حتى تترسب جزئيات الاسبستوس الكبيرة اولا فى القاع ثم تفتح حنفية الصنبور ببطء اولا ثم بشدة حتى تتماسك طبقة الاسبستوس بسمك حوالى ٢ ـ ٣ مم .

ويجرى الترشيح بان ينقل الى ورقة الترشيح الجزء العلوى الرائق من السائل وذلك بواسطة الاستعانة بساق زجاجية دون تحريك الراسب ما امكن ويراعى عدم تجاوز نصف ارتفاع الورقة فقط ، ويستحسن فى اغلب الاحيان استعمال طريقة ال (Decantation) فى غسيل الراسب وتجرى باضافة كمية مناسبة من سائل الغسيل الى الراسب ثم تحرك البقية من الراسب بواسطة محرك زجاجي ثم يترك الراسب ايضا ليهدأ فى القاع قبل نقل الجزء العلوى الرائق من السائل الى ورقة الترشيح ، وتكرر هذه العملية اربعة الى خمس مرات قبل ان ينقل الراسب كلية الى الورقة وذلك باستخدام قنينة الغسيل او الجزء من الراسب اللاصق بجدران الكأس فينقل بواسطة استخدام المحرك الزجاجي ذو الطرف الكاوتشوك ، وبعد ذلك يغسل الراسب ٣ ـ ٤ مرات على ورقة الترشيح ، ويعرف انتهاء الغسيل بواسطة اختبار نقاوة عينة من المترشح ، والا استمر فى عملية الغسيل ، وكثيرا ما يتخذ الكشف عن الكلوريدات اساسا لنقاوة المترشح وذلك :

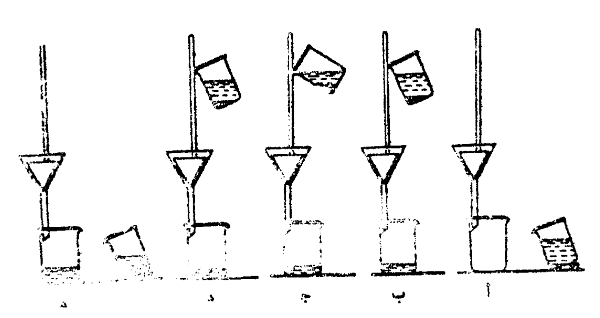
١ — سهولة الكشف عليها بواسطة محلول نترات الفضة + حمض نتريك

٢ — صعوبة غسلها ، فمعنى خلو المترشح من الكلوريدات ضمان خلوه من المواد الاخرى .

وبعد تهيئة وجمع الادوات اللازمة لعملية الترشيح يجلس الطالب امام طاولة المعمل ويضع امامه الجهاز المعد لعملية الترشيح شكل ٤١ .

تمسك الساق الزجاجية وهى فى وضع عامودى باليد اليسرى ، بينما تمسك الكأس باليد اليمنى ، وتوجه شفتها نحو اليسار ، ولمنع اليدين من الارتجاف ، يسند المرفقان الى الطاولة ، وتدخل نهاية الساق الزجاجية فى القمع حتى نقطة اخفض من طرف ورقة الترشيح دون ان تلمسها ثم تمال الكأس قليلا وبحذر حتى تلامس شفتها الساق الزجاجية ، وتتبع الخطوات كما فى شكل (٤٢) من أ — هـ

شكل ٤١ . عملية الترشيح



الوضع المتسلسل للكأس المحتوى على المحلول والراسب أثناء الإبانة :

أ ـ تدخل الساق الزجاجية فى القمع دون أن تمس ورقة الترشيح ؛ ب ، جـ ، د ـ عند صب المحلول فى القمع لا يجوز رفع الكأس عن الساق الزجاجية ؛ هـ ـ القمع مملوء بالمحلول

شكل « ٢٩ »

المعايرة

وتعنى اضافة حجما مناسبا من محلول داخل سحاحة الى حجم معلوم داخل دورق او غيره حتى تمام التفاعل .

ويمكن معرفة نقطة التعادل باستخدام طرق مختلفة كما سبق دراسته وهذه العملية هى العملية النهائية فى التحليل الكمى الحجمى ، لذلك يجب العناية التامة فى اجرائها لان اى خطأ فيها معناه ضياع التعب

والمجهود الذى سبق معاناته فى العمليات السابقة ، ولذلك يجب مراعاة الاحتياطات التالية :

(١) يفتح صنبور السحاحة ببطء بحيث يسمح بنزول المحلول نقطة نقطة ، مع رج الدورق رجا خفيفا مستمرا ، وافضل الطرق لاستخدام السحاحة ان اليد اليسرى تستعمل للامساك بالصنبور بحيث يكون معظم الصنبور داخل راحة اليد ، وتستعمل اليد اليمنى للامساك بالدورق المخروطى ووضعه اسفل السحاحة بحيث تدخل الطرف المسحوب للسحاحة فى اول فوهة الدورق .

(٢) يجب ملاحظة اللون داخل الدورق باستمرار ، ويفضل فى حالة عمل محلول المقارنة ان يجعل بجوارك لمقارنة اللون فيهما مع ملاحظة ان يخلو المكان من الاشياء الملونة التى ينعكس لونها فى لون المحلول داخل الدورق ويخدع البصر بلون كاذب .

(٣) يجب استخدام اقل كمية من الدليل (حوالى نقطة او اثنين) لان زيادة كمية الدليل تؤثر على دقة العمل .

(٤) يجب عدم اعادة المحلول بعد وضعه فى السحاحة الى زجاجة المحلول مرة اخرى ، لان ذلك يسبب تغيير فى دقة ضبط قوة المحلول مع تكرار هذا العمل ، ويؤدى الى اخطاء فى المعايرات التى سوف تجرى بعد ذلك .

(٥) يفضل ان تبدأ فى كل عملية معايرة من صفر التدريج فى السحاحة

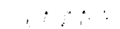
(٦) فى حالة المعايرات التى تتم على الساخن ، فان المحلول الموجود فى السحاحة و هو محلول بارد يقلل من درجة حرارة المحلول داخل الدورق ، و بذلك يجب اعادة تسخين الدورق اثناء المعايرة حتى تصل الى نقطة التعـــادل فى وسط ساخن ، كما هو مطلوب .

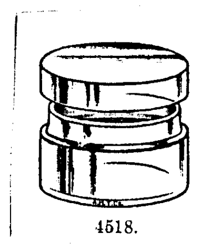
(٧) عند نهاية المعايرة يجب غسل جوانب الدورق المخروطى من الداخل بالماء المقطر ، و ذلك لانزال القطرات العالقة به و هى عادة تكون من المحلول الغير متعادل تطايرت اثناء الرج ، و انزالها بالماء المقطر عادة يعيد المحلول الى المرحلة السابقة قليلا لنقطة التعادل ، و فى هذه الحالة يعاد اضافة المحلول من السحاحة للوصول الى نقطة التعادل مرة اخرى .

(٨) عند قرب الوصول الى نقطة التعادل يفضل عدم انزال المحلول من السحاحة نقطة نقطة و انما ينزل بنصف النقطة و ذلك بفتح الصنبور حتى تتجمع نصف نقطة فقط ثم يقفل الصنبور عليها و هى معلقة ، و تنزل الى الدورق بواسطة الماء المقطر من دورق الغسيل .

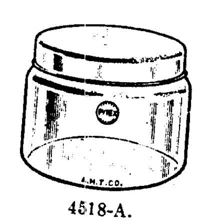
========================

ooooooooo





4518.



4518-A.

الفصل السابع

الأوزان المكافئة

من دراستك السابقة للكيمياء الطبيعية تعرفت على المسميات التالية وما يتعلق بها ، مثل :

الوزن الذرى

الوزن الذرى Atomic weight يعبر عنه بانه وزن ذرة العنصر مقدرا بوحدة تساوى $\frac{١}{١٦}$ من وزن ذرة الاكسجين ، وفى حالة التعبير عن مقدار الوزن الذرى بالجرام يسمى الوزن الذرى الجرامى ، او (جم ـذرة) او (gram-atom)

الوزن الجزيئى

وهو عبارة عن وزن جزيء المادة مقدرا بنفس الوحدة السابقة ، وهو يساوى حسابيا مجموع الاوزان الذرية للذرات الداخلة فيه ، واذا عبر عن هذا المقدار بالجرام سمى بالوزن الجزيئى الجرامى او (جرام ـ جزيء) او (gram-molecule) ويسمى عادة بالمول
وعلى ذلك اصبح المول mole وحدة خاصة يرمز له بالرمز M

والمول = مجموع الاوزان الذرية للذرات المشتركة فى تكوين الجزيء (١)

مثال (٨) :

احسب المول لكل من (أ) اكسلات الامونيوم
(ب) برمنجنات البوتاســيوم
(جـ) ايدروكسيد الصوديوم

الحـــل :

(أ) اكسلات الامونيوم و رمزها $(NH_4)_2C_2O_4$

المول = (١٦x٤) + (١٢x ٢) + (١x ٤) + (١٤x ١)

= ٦٤ + ٢٤ + ٤ + ١٤ = ١٤٦ جرام

(ب) برمنجنات البوتاسيوم و رمزها $KMnO_4$

المول = (١٦x ٤) + (٥٥x ١) + (٣٩x ١)

= ٦٤ + ٥٥ + ٣٩ = ١٥٨ جرام

(جـ) ايدروكسيد الصوديوم و رمزه $NaOH$

المول = (١x ١) + (١٦x ١) + (٢٣x ١)

= ١ + ١٦ + ٢٣ = ٤٠ جرام

---

(١) يمكن الرجوع للاوزان الذرية فى ملحق رقم (٤) .

الوزن المكافئ

ويعرف الوزن المكافىء من مادة ما بانه الوزن منها الذى يتحد مع او يكافىء اثناء التفاعلات الكيميائية ٨ وحدات بالوزن من الاكسجين او مع ١٫٠٠٨ من الايدروجين ، وتوجد علاقة عددية بسيطة بين الوزن الذرى المضبوط لعنصر ما ووزنه المكافىء هى :

الوزن الجزيئى = الوزن المكافىء x التكافــــؤ

واذا عبر عن الوزن المكافىء بالجرام يسمى الوزن المكافىء الجرامى او (جرام ـ مكافىء) او (gram-equivalent) ويسمى فى هذه الحالة (المكافىء) Equivalent

ويرمز له بالرمز Eq.

طرق حساب الوزن المكافئ للمواد الكاشفة

اولا : الكواشف المستخدمة فى تفاعلات التعادل :

(١) الوزن المكافىء الجرامى (المكافىء) لحمض :

هو الوزن من الحمض الذى يحتوى على مكافىء من ايونات الايدروجين التى يمكن ان يحل محلها فلز ،

ولما كان عددها فى الحمض يعبر عنه بقاعدية الحمض ، اذن

المكافئ = الوزن الجزيئى / قاعدية الحمض

$$Eq. = \frac{M}{\text{basic of acid}}$$

فمكافئ الاحماض احادية القاعدية مثل :

HF , HCl, HBr, HI, HNO_3, $HMnO_4$, $HClO_3$, $HClO_4$

يساوى المول لكل حمض

اما مكافئ الاحماض ثنائية القاعدية مثل :

H_2SO_4 , H_2CO_3 , H_2SO_3

فيساوى نصف المول ($\frac{١}{٢}$ المول)

ومكافئ ثلاثيـة القاعدية مثل : H_3PO_4

يساوى ثلث المول ($\frac{١}{٣}$ المول)

(٢) المكافئ للقواعد يساوى: الوزن الجزيئى / حمضية القاعدة

$$Eq. = \frac{M}{\text{acidic of bases}}$$

فمثلا مكافئ القواعد احادية الايدروكسيل مثل :

KOH , $NaOH$, $LiOH$

يساوى المول ، وثنائية الايدروكسيل يساوى نصف المول
وثلاثية الايدركسيل يساوى ثلث المول وهكذا .

(٣) المكافئ للالكتروليتات:

$$\text{يساوى} \ \frac{\text{الوزن الجـــــزيئى}}{\text{قاعدية او حامضية الملح}}$$

$$Eq. = \frac{M}{\text{basic or acidic of salt}}$$

فمثلا مكافئ NaCl = المول ، Na_2SO_4 يساوى نصف المول
Na_3PO_4 يساوى ثلث المول .

ثانيا : الكواشف المستخدمة فى تفاعلات الاكسدة و الاختزال :
==================================

يمكن تقدير الوزن المكافئ للعامل المؤكسد او المختزل باحدى الطرق التاليـــــة :

(١) يمكن تعريف المكافئ للمواد المؤكسدة او المختزلة بانه :
" الوزن من المادة الذى يتغير رقم تأكسد العنصر الفعال فيه اثناء اكسدته او اختزالة بمقدار واحد صحيح "

وعلى ذلك يمكن حسابة طبقا للمعادلة التالية :

$$\text{المكافئ} = \frac{\text{الوزن الجـــــزيئى}}{\text{التغير فى رقم التأكسد} \times \text{عدد الذرات المتغيرة}}$$

(٢) يمكن تعريف المكافىء ايضا بانه :

" هو الوزن من المادة الذى نقص او زاد الكترون فعال واحد عند ضبط معادلة التفاعل الخاصة بتأكسده او اختزاله "

وعلى ذلك يمكن حسابه طبقا للمعادلة التالية :

$$\text{المكافىء} = \frac{\text{الوزن الجزيئى}}{\text{عدد الكترونات الداخله او الخارجة}}$$

(٣) ويعرف المكافىء ايضا بانه :

" هو الوزن الذى يعادل او يسبب ازاحة مقدار من الاكسجين اثناء التفاعل مقداره ٨ جرام ، او مقدار مكافىء من اى عنصر اخــر . "

وعلى ذلك يمكن حسابه طبقا للمعادلة التالية :

$$\text{المكافىء} = \frac{\text{الوزن الجزيئى}}{\text{عدد مكافئات الاكسجين المزاحة}}$$

مثال (٩) :

قدر مكافىء برمنجنات البوتاسيوم فى الوسط الحمضى بالطرق الثلاث

الحــل :

الوزن الجزيئى (المول) لبرمنجنات البوتاسيوم = ١٥٨ جرام

اولا : بطريقة التغير فى رقم التأكسد :

معادلة تفاعل برمنجنات البوتاسيوم فى الوسط الحمضى يمكن اخذ احد امثلة لها مثل اكسدتها لكبريتات الحديدوز الى كبريتات الحديديك فى وجود وفرة من حمض الكبريتيك كما يلى :

$$2\,KMnO_4 + 10\,FeSO_4 + 8\,H_2SO_4 \rightarrow H_2O + K_2SO_4 + 2\,MnSO_4 + 5\,Fe_2(SO_4)_3$$

و فى هذه المعادلة تغير رقم تأكسد المنجنيز من +٧ فى البرمنجنات الى +٢ فى كبريتات المنجنيز

اذن التغير فى رقم التأكسد للبرمنجنات = ٧ ـ ٢ = ٥

المكافىء للبرمنجنات = $\frac{١٥٨}{٥}$ = ٦ر٣١ جرام

((ملاحظة : يمكن حساب مكافىء كبريتات الحديدوز من هذا المثال فتكون ١٥٢ جم، حاول ايجاده))

ثانيا : بطريقة عدد الالكترونات :

فى المعادلة السابقة نلاحظ تحول ايون البرمنجنات السالب الاحادى (MnO_4^-) الى ايون المنجنوز الثنائى الموجب (Mn^{++})

نتيجة اختزاله بواسطة ايون الحديدوز الذى تأكسد الى ايون الحديديك
و يكون الوزن المكافىء هو الوزن الذى يطلق او يكتسب الكترونا واحدا ،
و ما يجب ملاحظته ايضا ان عملية اختزال المنجنيز صحبتها عملية اكسدة
الحديد ، و لذلك يمكن حساب الوزن المكافىء للبرمنجنات فى هذه المعادلة
يمكن ايضا حساب الوزن المكافىء لكبريتات الحديدوز .

و عند حساب مكافىء برمنجنات المنجنيز تحسب المعادلة الكترونيا
اى تضبط من حيث الاتزان الالكترونى مع حزف مركبات الحديد و الكبريت
من المعادلة ، فنجد ان ايونين سالبين احاديين للبرمنجنات احتاجت
الى ١٦ ايون ايدروجين موجب لتعطى ايونين موجبين ثنائيين من
المنجنـــوز كما يلى

$$2\ MnO_4^- + 16\ H^+ \longrightarrow 2\ Mn^{++}$$

و لكى تتزن المعادلة ذريــا يجب اضافة ٨ جزيئات ماء الى الطرف النهائى

$$2\ MnO_4^- + 16\ H^+ \longrightarrow 2\ Mn^{++} + 8\ H_2O$$

و لكى تتزن الاشارات تحتاج المعادلة الى ١٠ الكترونات كالاتى

$$2\ MnO_4^- + 16\ H^+ + 10\ e^- \longrightarrow 2\ Mn^{++} + 8\ H_2O$$

اذن الجزيىء الواحد من البرمنجنات يحتاج الى $\frac{١٠}{٢}$ = ٥ الكترونات

اذن المكافىء = $\frac{\text{المول}}{٥}$ = $\frac{١٥٨}{٥}$ = ٣١٫٦ جرام

و يلاحظ انه يمكن حساب اتزان كبريتات الحديدوز كالاتى

$$10\ Fe^{++} \longrightarrow 10Fe^{+++}$$

و لكى تتزن المعادلة الكترونيا يضاف ١٠ الكترونات فى الطرف النهائى

$$10\ Fe^{++} \longrightarrow 10\ Fe^{+++} + 10\ e^{-}$$

اذن الجزيء الواحد من الحديدوز يحتاج الى $\frac{١٠}{١٠}$ = الكترون واحد

اذن المكافىء = ١٥٨ جرام

ثالثا : بطريقة ازاحة الاكسجين :

فى المعادلة السابقة لم يكن الاكسجين من نواتج التفاعل ، و لكى نتمكن من حساب مكافئ برمنجنات البوتاسيوم بطريقة ازاحة الاكسجين فلابد من توضيح معادلة تفاعل تنتج اكسجين كما فى المعادلة التالية :

$$2\ KMnO_4 \longrightarrow K_2O + 2\ MnO + 5\ O$$

و فيها نجد ان ٢ جزىء من البرمنجنات تطلق ٥ × ١٦ جم اكسجين
و هذا المقدار من الاكسجين يساوى ١٠ مكافئات اكسجين ($\frac{٨٠}{٨}$) ،
اى ان جزيء البرمنجنات الواحد يطلق ٥ مكافئات اكسجين

اذن مكافىء البرمنجنات = $\frac{المول}{٥}$ = $\frac{١٥٨}{٥}$ = ٣١٫٦ جم

مثال (١٠) :

احسب مكافىء برمنجنات البوتاسيوم فى الوسط القلوى بالطرق الثلاث

الحــــل :

اولا : بطريقة التغير فى رقم التأكسد :

معادلة تفاعل برمنجنات البوتاسيوم فى الوسط القلوى يمكن اخذ احد امثلة لها مثل اكسدتها بفوق اكسيد الايدروجين كما يلى :

$$2\,KMnO_4 + 3\,H_2O_2 \longrightarrow 2\,MnO_2 + 2\,H_2O + 2KOH + 3O_2$$

وفى هذه المعادلة تغير رقم تأكسد المنجنيز من +٧ فى البرمنجنات الى +٤ فى ثانى اكسيد المنجنيز

اذن التغير فى رقم التأكسد = ٧ ــ ٤ = ٣

مكافىء برمنجنات البوتاسيوم = $\frac{١٥٨}{٣}$ = ٥٢,٦ جم

ثانيــا : بطريقة عدد الالكترونات :

من المعادلة السابقة نلاحظ تحول ايون البرمنجنات الاحادية السالبة الى ايون منجنيك رباعى موجب ، و يتحول فوق اكسيد الايدروجين الــى اكســــجين جزيئى ، و تكون معادلة الاتزان الالكترونى بالنسبة للبرمنجنات

كالاتـــــــى :

$$2\,MnO_4^- + 8\,H^+ + 6\,e^- \quad 2\,Mn^{+++} + 8\,OH^-$$

اى ان الجزيء الواحد يحتاج الى $\frac{٦}{٢}$ = ٣ الكترونات

اذ المكافىء = $\frac{\text{المول}}{٣}$ = $\frac{١٥٨}{٣}$ = ٥٢ر٦ جم

ثالثا : بطريقة ازاحة الاكسجين :

فى المعادلة التالية تختزل برمنجنات البوتاسيوم فى الوسط القلوى الى ثانى اكسيد المنجنيز و تطلق ٣ ذرات اكسجين ٠

$$2\,KMnO_4 \longrightarrow K_2O + 2MnO_2 + 3O$$

اى ان الجزيء من البرمنجنات يطلق (٥ر١ × ١٦) = ٢٤ جم

اى يطلق ٢٤ ÷ ٨ = ٣ مكافئات اكسجين

المكافىء للبرمنجنات = $\frac{١٥٨}{٣}$ = ٥٢ر٦ جم

ثالثا : الكواشف المستخدمة فى معايرات الترسيب .

و يمكن ايجاد العلاقة بين الوزن الجزيىء (المول) للمادة و المكافىء

فى تفاعلات الترسيب ، حيث يكون الايون المعقد وذلك بواسطة ارقام التأكسـد ، فقد سبق ان ذكر ان الوزن المكافئ

= المـول / التغير فى رقم التأكسـد

وحيث ان نتيجة التعادل فى هذه التفاعلات تنتهى دائما بتكون راسب اى رقم التأكسد له يساوى صفر ، لذلك يكون المكافئ فى حالة هذه التفاعلات

يساوى = المـول / رقم التأكسـد

اسئلة ومسائل للمراجعة

(١) عرف الوزن المكافئ والوزن الجزئى واذكر العلاقة بينهما

(٢) عرف المول ، والمكافئ واذكر العلاقة التى بينهما فى التفاعلات المختلفــــة

(٣) ما هو الوزن بالجرام من كل من كلوريد الكالسيوم وفوسفات الكالسيوم التى تحتوى على مكافئ واحد من الكالسيوم

(٤) كم توجد فى ١ مكافئ من المواد التالية :

(أ) $FeSO_4\text{-}7H_2O$ عندما تتأكسد الى كبريتات حديديك

(ب) $H_2C_2O_4\text{-}2H_2O$ عندما تتأكسد الى ثانى اكسيد الكربون

(جـ) $KHC_2O_4\text{-}2H_2O$ عندما يتأكسد الى ثانى اكسيد الكربون

(د) تيتراأكسلات البوتاسيوم $KHC_2O_4\text{-}H_2C_2O_4\text{-}2H_2O$ عندما تؤكسد الى ثانى اكسيد الكربون

(هـ) H_2S عندما يؤكســـد الى كبريت

(و) H_2S عندما تتأكسد الى حمض كبريتيك

(ز) ثيوسلفات الصوديوم $NaS_2O_3\text{-}5H_2O$ عندما تتأكســـد الى تتراسلفات الصوديوم

(ح) H_2O_2 عند تأكسده الى اكسجين

(ط) حمض النيتروز HNO_2 عندما يتأكـــسد الى حمض النيتريك

(٥) احسب المكافىء لكل من العوامل المؤكسدة التالية :

(أ) I_2 عند اختزالة الى يوديد ايدروجين

(ب) $KBrO_3$ عند اختزالة الى ايون بروميد

(جـ) H_2O_2 عند اختزالة الى ماء ، والى ايدروجين

(د) $KMnO_4$ عند اختزاله الى ثانى اكسيد المنجنيز
وعند اختزالة الى ايون منجنوز

(هـ) $K_2Cr_2O_7$ عند اختزاله الى ايون كروميك Cr^{+++}

==========================

ooooooooooooooo

الفصل الثامن

تركيز المحاليل

هناك طرق عدة شائعة الاستعمال ، وكلها لعمل تركيزات المحاليل المختلفة ، ولكنها جميعا تقع تحت احد القسمين الرئيسيين التاليين :

(١) القسم الاول :

ويشمل الطرق التى تعتمد على الاوزان النسبية للمذاب ، او المواد المذابة والمذيب ، ومن امثلتها :

النسبة المئوية ، التركيز المولل ، والكسر المولى

(٢) القسم الثانى :

فيقع فى نطاق التعريف العلمى للتركيز ، اى انها تعبر عن وزن المذاب (او المواد المذابة) فى وحدة الحجوم من المحلول ، ومن امثلتها :

الجرام فى وحدة الحجم ، التركيز المولر ، والتركيز العيارى

وتسمى هذه التركيزات وايضا المحاليل المكونة بها بالتركيزات والمحاليل القياسية .

وتستعمل فى هذه الطرق للاشارة الى الوزن اما الوحدات الطبيعية (الجرام) او الوحدات الكيميائية مثل (المول والمكافىء) .

وتنقسم محاليل الجواهر الكاشفة التى تستخدم فى الكيمياء التحليلية الى قسمـــــين :

((١)) الجواهر الكاشفة العادية التى تستخدم فى التحليل الوصفى وليس من الضرورى معرفة تركيزها بدقة ، ويكتفى بتقدير تركيزها تقريبيـــا .

((٢)) الجواهر الكاشفة اللازمة لعمليات التحليل الكمى بوجه عام ، وهذه يجب ان تكون درجة تركيز محاليلها معلومة بدقة (قياسية) .

وفيما يلى الطرق المتبعة للتعبير عن التركيز فى الاوساط العلمية المختلفــــة :

الجرام فى وحدة الحجم (جم/لتر)

فى هذه الطريقة يعبر عن التركيز بعدد الجرامات (او المليجرامات) من المذاب الموجود فى وحدة الحجم (اللتر او المليلتر) من المحلول ويمكن ايضاح ذلك بالاشارة الى طريقة تحضير محلول من كلوريد الصوديوم تركيزه ٥ جم فى اللتر (٥ جم/لتر) اذ يجرى ذلك باذابة ٥ جم من كلوريد الصوديوم النقى فى الماء ثم تخفيفة حتى يصير الحجم الكلى

للمحلول لترا واحدا ، وليس باضافة لتر من الماء الى ٥ جم من الملح .

ومن الحالات الشائعة لهذه الطريقة من التركيز التعبير عن الوزنـــة من المادة المذابة بالجرام فى ١٠٠ مل من المحلول ، وتسمى (نسبة مئوية وزن فى حجم) او (W/V).

النسبة المئوية بالوزن

تعتبر هذه الطريقة ابسط الوسائل لتوضيح تركيز مادة ما بالجرام فى ١٠٠ جرام من المحلول ، فيحضر كذلك محلول كلوريد الصوديوم الذى يبلغ تركيزه ٥ ٪ (وزن فى وزن) باذابة ٥ جرام من الملح النقى فى ٩٥ جم من الماء ، وبذلك يصبح وزن المحلول ١٠٠ جم ، اى بتركيز ٥ جم/ ١٠٠ جم ، وبنفس الطريقة يحتوى المحلول المائى لحمض الكبريتيك الذى تركيزه ٢٨ ٪ بالوزن من حمض الكبريتيك على ٧٢ ٪ بالوزن ماء . ويطلق على هذه النسبة (النسبة المئوية وزن /وزن) (W/W) .

النسبة الحجمية

ويعبر عنها اما كنسبة بسيطة او كنسبة مئوية ، ففى النسبة البسيطة يضاف حجم معين من سائل او محلول الى اضعاف او اجزاء هذا الحجم من سائل او محلول اخر . فمثلا تقول حمض كبريتيك (١ ــ ٨) وتقصد بذلك ان المحلول النهائى يتكون من جزء بالحجم من الحمض المركز لكل ٨ اجزاء بالحجم من الماء .

وفى حالة ما يكون الماء احد السائلين المكونين للمحلول يكتفى بذكر السائل الاخر على ان تكون نسبة الماء هى الاخيرة كما فى المثال السابق اما اذا كان السائلين غير الماء اوكان عدد السوائل المكونة للمخلوط اكثر من اثنين فيذكر الجميع وتذكر نسبها بالترتيب ، كأن نقول يتكون المذيب المستخدم فى التحليل الكروماتوجرافى من :

ميثانول ، مـاء ، بيريدين كنسبة ٨٠ : ٢٠ : ٤

اما النسبة المئوية بالحجم فتكون بان ينسب حجم معين من سـائل الى ١٠٠ حجم من المزيج كان نقول كحول ٥٠ ٪ (حجم/حجم) اى ٥٠ حجم من الكحول فى ١٠٠ حجم من المزيج النهائى ، اى باضافة ٥٠ حجم من الماء ، ولا تذكر الماء اذا كانت هى السائل المخفف للمزيج ، ولكن اذا كان خلافها فيذكر ، كأن نقول ٥ ٪ من حمض اللينوليك (حمض دهنى) فى الكلوروفورم ، بمعنى اضافة ٥ حجوم من الحمض الى الكلوروفورم حتى يصير حجم المزيج ١٠٠ حجم .

الكسر المولى

يعبر الكسر المولى عن النسبة بين كمية مادة ما بالمول والمجموع الكلى للمواد المختلفة المكونة للمحلول بالمول ايضا ، بما فى ذلك الماء كمركب كيميائى .

التركيز المولل

يحتوى المحلول منه على مول واحد من المادة المذابة فى كيلوجرام واحد من المذيب ، ويلاحظ فى هذه الحالة عدم الاهتمام لحجم المحلول الكلى لان الشرطين الرئيسيين للنسبة (فى التركيز المولل) هما معرفة كم مول من المادة المذابة تضاف الى كيلوجرام من المذيب وبدون الرجوع الى حجم المحلول الكلى .

التركيز المولر

وتستعمل هذه الطريقة بكثرة فى الاوساط العلمية للتعبير عن التركيز وتدل على عدد الاوزان الجزيئية الجرامية (مول) من المادة المذابة فى لتر من المحلول ، فمثلا : المحلول الذى يكون تركيزه ١ مولر هو عبارة عن محلول يحتوى اللتر منه على كمية من المذاب قدرها ١ مول ، ويرمز له بالرمز (M)

التركيز العيارى

التركيز العيارى مشابه للتركيز المولر فى اتخاذ اللتر كوحدة حجمية للمحلول ، اما الوزن المذاب فيعبر عنه بالمكافىء ، ويتبع ذلك ان المحلول العيارى (ع) هو المحلول الذى يحتوى اللتر منه على مكافىء واحد من المادة المذابة اى ان (مل) من المحلول يحتوى على كمية من

المادة المذابة قدرها ميلليمكافئ واحـد ، ويرمز لهذا التركيز بالرمز (N) .

ويطلق على التركيزات المولر والعيارية مسميات تبعا للاجزاء المذابة فى اللتر من المحلول ، مثل ما هو مبين فى الجدول التالى :

الاسم الشائع	(الرمز)	المذاب فى اللتر من المحلول
semi-Molar Solution	sM	٥ر٠ مول
penti-Molar Solution	pM	٢ر٠ مول
deci-Molar Solution	dM	١ر٠ مـــول
centi-Molar Solution	cM	١٠ر٠ مـــول
melli-Molar Solution	mM	١٠٠ر٠ مـــول
semi-Normal Solution	sN	٥ر٠ مكافئ
penti-Molar Solution	pN	٢ر٠ مكافئ
deci-Normal Solution	dN	١ر٠ مكافئ
centi-Normal Solution	cN	١٠ر٠ مكافئ
melli-Normal Solution	mN	١٠٠ر٠ مكافئ

اسئلة ومسائل للمراجعة

(١) ما الفرق بين الكثافة و الوزن النوعى مع التمثيل ، و لماذا يصعب عليا استعمال الكثافة كطريقة للتعبير عن التركيز فى الكيمياء التحليلية ، وكيف يعبر عن كثافة الغازات .

(٢) ما الفرق بين (مل) mL و (سم^{3}) cm^3 و ما هو تعريف كل منهما ؟

(٣) ما هو وزن ٣ قدم مكعب من الجلسرين علما بان كثافة الجلسرين النسبية (الوزن النوعى) ١٫٢٦ و ان كثافة الماء (٦٢٫٤ رطل/قدم^{3} .

(٤) محلول من حمض الكبريتيك تركيزه ٢٨ ٪ ، احسب تركيزه بالجرام فى اللتر من المحلول ، علما بان كثافة المحلول المذكور ١٫٢٠٢ جرام لكل سم^{3} .

(٥) احسب الكسر المولى لكل مكونات محلول حمض الكبريتيك الذى تركيزه ٢٨ ٪ .

(٦) احسب تركيز ايدروكسيد الصوديوم بالمولر ، علما بان حجم المحلول ١٠٠ مل و يحتوى على كمية من المذاب قدرها ١ جم .

(٧) احسب تركيز كربونات الصوديوم $Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$ بالمولر ، علما بان حجم المحلول ٢٥ لترا ، و يحتوى على كمية من المذاب قدرها ٢٨٦ جم .

(٨) محلول من حمض كبريتيك تركيزه ٢٨ ٪ بالوزن و كثافته ١٫٢٠٢ جم/مل ، ما هو تركيز حمض الكبريتيك بالمولر .

(٩) محلول من حمض الايدروكلوريك يحتوى على ٣٦٫٥ ٪ حمض ،
وكثافته ١٫١٢ جم/مل ، احسب تركيزه
(أ) المولر (ب) المولال (جـ) العيارى

(١٠) محلول من كبريتات الالومنيوم حجمه ٥٠٠ مل و يحتوى على
١٧٫١٠٦ جم من الملح المذاب ، ما تركيز المحلول بالمولر ،
و احسب عياريته على اساس ما يحوية من الالومنيوم ، و الكبريتات.

(١١) اى المحلولين يحتوى على كمية اكبر من حمض الكبريتيك ،
الاول : حجمه ١٠٠ مل و تركيزه ٠٫١ عيارى
و الثانى : حجمه ١ لتر و تركيزه ٠٫٠١ مولر

(١٢) ما هى كمية المادة المذابة بالجرام عند اضافة ٢٠ مل من الكلوريد
الصوديومى ٠٫١ مولر الى ١٥٠ من محلول يحتوى على ٢ مول من
نفس الملح .

(١٣) يستخدم المركب العضوى ستارين Styrene (C_8H_8)
فى صناعة البلاستيك ، و فى صناعة المطاط الصناعى ، و يحضر
هذا المركب من الكحول و قطران الفحم كالاتى :

$$C_2H_5OH \longrightarrow C_2H_4 + H_2O$$
$$C_2H_4 + C_6H_6 \longrightarrow C_8H_{10}$$
$$2\ C_8H_{10} + O_2 \longrightarrow 2\ C_8H_8 + 2\ H_2O$$

كم جالون من كحول الايثيل النقى C_2H_5OH و البنزين C_6H_6
تلزم للحصول على ٢٠٠٠ رطل من مركب الستارين ، اذا علمت ان كثافة
الكحول (٦٫٦ رطل /جالون) وكثافة البنزين (٧٫٤ رطل /جالون) .

==============

الفصل التاسع

تحضير المحاليل العيارية

عند تحضير محلول عيارى لحمض مثلا : يوءخذ وزن من الحمض يحتوى على وحدة وزنية من الايدروجين ، و يمكن ان يحل محلها فلز ، ثم يذاب فى اللتر من المحلول ، و عند عمل محلول عيارى من الاحماض احادية القاعدية مثل الايدروكلوريك ، يلزم ان يكون لدينا قدر من الحمض يعادل الوزن الجزيئى مقدرا بالجرامات ثم يذاب فى االتر من المحلول اما عند عمل لتر من محلول عيارى من حمض ثنائى القاعدية مثل الكبريتيك ، فيلزم نصف الوزن الجزيئى الجرامى فقط .

الا انه فى بعض الحالات لا يحدث التفاعل مع كل ذرات الايدروجين الذى يمكن ان يحل محلها فلز ، و فى الحقيقة توجد احماض ضعيفة لدرجة لا يحق معها استخدامها فى اغراض التحليل الحجمى ، فحمض الكربونيك مثلا لا يوءثر على الميثيل البرتقالى كما انه لا يوءثر على الفينول فيثالين الا بذرة واحدة من ذرتى الايدروجين الموجودتين بجزيىء الحمض ، و حمض الفسفوريك يحتوى على ثلاث ذرات من الايدروجين فى جزيئه يمكن ان يحل محلها فلز ، و لكن الذرة الاولى فقط هى الذرة الوحيدة ذات التأثير الحمضى على الميثيل البرتقالى ، اما الذرتان الاخرتان فحمضيتان التأثير على الفينول فيثالين ، وعند المعايرة يسلك حمض الفوسفوريك فى حالة استخدام الميثيل البرتقالى كدليل سلوك الحمض احادى القاعدية ، و يحتاج الى مول كامل من الحمض لكل واحد لتر عيارى منــــــه

ولكن عند استخدام الفينول فيثالين كدليل فانه يسلك مسلك حمض ثنائي القاعدة فيكفي نصف المول منه لعمل محلوله العياري ٠

وعند تحضير المحاليل العيارية للاملاح الخاصة بمثل هذه الاحماض يجب ملاحظة نفس الملاحظات السابقة على سلوكها الكيميائي ٠

فمثلا في وجود ميثيل البرتقالي كدليل يتفاعل المول من كربونات الصوديوم مع ٢ مول من حمض الايدروكلوريك ، ومن ثم يكون التفاعل تم بين كل مكافئ الملح مع الحمض اي ان مكافئ كربونات الصوديوم هو نصف وزنها الجزيئي ، ولكن عند استخدام الفينول فيثالين كدليل فننا نحصل على نقطة التعادل عندما يتفاعل المول من الكربونات مع مول واحد من الحمض ومن ثم يكون المتفاعل من الملح كمكافئ له مساويا للوزن الجزيئي كله ٠

وبنفس الاسلوب نجد ان المول من البوراكس $Na_2B_4O_7\text{-}10H_2O$ يتفاعل مع ٢ مول من حمض الايدروكلوريك في حالة استخدام الميثيل البرتقالي كدليل ، واذا اضفنا بعد التعادل مقدارا مناسبا من الجلسرين وبعضا من المانتول فانه يلزم اضافة مول من ايدروكسيد الصوديوم لكل ذرة من ذرات البورون حتى يصبح المحلول متعادلا بالنسبة للفينول فيثالين ٠

والسبب في كل الاحوال السابقة ليس خللا في نظرية الاوزان المكافئة ، ولكن يرجع الى ان كل تفاعل يحدث عند درجة تركيز ايدروجين معينة لان كل ذرة ايدروجين بل كل ايون موجبا كان ام سالبا يتوقف خروجه او دخوله في التفاعل على درجة (pH) في المحلول ، ولما كان الدليل وكما سبق ان درسنا في فصل سابق يتوقف التغير في لونه على

درجة (pH) كان الطبيعى ان يكون كل دليل يعبر عن حالة تفاعل واحدة لذرات الايدروجين .

ومعنى ذلك ان الحمض الثلاثى القاعدية واملاحه يكون لها تفاعل عند ثلاث نقاط للـ(pH) فاذا استخدم لكل نقطة دليل خاص يتغير لونه فيها كان هناك ثلاثة حالات من التعادل لهذا الحمض .

تحضير المحاليل القياسية

المحاليل ذات القوة العيارية (القياسية) تحضر باحدى الطريقتين التاليتين :

الطريقة المباشرة

اذا امكن الحصول على المادة فى حالة نقية فانه يمكن ان يحضر منها محلولا ذا عيارية ثابته بأخذ وزنة مباشرة منها تساوى مكافئها او جزء منه حسب القوة المطلوبة وتذاب فى حجم معلوم ، وفى هذه الحالة تعرف المادة هذه بـ (المادة الاولية (Primary reagent

ويلزم توافر الشروط التالية فى المواد الاولية :

(١) ان تكون غير متميئة
(٢) ان تكون ذات وزن مكافىء كبير
(٣) يسهل الحصول عليها وتنقيتها وتجفيفها او حفظها فى

حالة نقيـــــة .

(٤) ان تكون سهلة الذوبان فى المـــاء

(٥) ان تكون محاليلهـا ثابتـة .

ويوجد العديد من هذه المواد الان امكن انتاجها على صور نقية او نقية جدا او غاية فى النقاء لاغراض التحليل الكيماوى بالطرق الدقيقة والطرق الفائقة الدقة ، وتعطى عبوات هذه المواد علامات تدل على درجة نقاوتها تسمى درجات النقاوة Purity degrees
وهى علامات لدرجات متعارف عليها فى الاوساط الكيميائية التحليلية ولدى الشركات المنتجة لهذه المواد ومن امثلة هذه العلامات

G.R. A.R. Analar Pro-analysis

وتسمى المحاليل المحضرة بالطريقة المباشرة بالمحاليل القياسية الاولية Primary standard solution

وبصفة عامة يمكن تقسيم الجواهر الكشافة التى تستخدم كمواد اولية فى التحليل الكمى الحجمى الى اربعة اقسـام رئيسـية هى :

أولا : المواد القياسية الاولية القاعدية

وهى مواد تستخدم لضبط وتقدير الاحماض المستخدمة فى التحليل ويعتبر ضبط حمض الايدروكلوريك هو المرجع الاساسى فى التحليل الكمى

الحجمى لقياسات المعايرة الحمضية او لضبط القواعد الاخرى ، ويضبط حمض الايدروكلوريك بالمواد القياسية الاولية التالية :

(١) كربونات الصوديوم :

الاسم العلمى Sodium Carbonate

الرمز الكيماوى Na_2CO_3

الوزن الجزيئى الجرامى (المول) = ١٠٦ جرام

الوزن المكافىء = ٥٣ جرام

(فى حالة استخدام الادلة المذكورة)

الادلة المستخدمة للمعايرة :

Methyl orange

Bromocresol green
Phenol red
Bromthymol blue
Methyl red

(٢) البوراكس :

الاسم العلمى (رابع بورات الصوديوم) Sodium tetraborate

الرمز الكيماوى $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$

المول = ٣٨١٫٤٢ جرام ، المكافىء = ١٩٠٫٧١ جرام

الدليل المستخدم للمعايرة :

Methyl red

(٣) يودات البوتاسيوم :

الاسم العلمى Potassium iodate

الرمـــز الكيماوى KIO_3

الوزن = ٢١٤ جرام ، المكافىء = ٣٥٫٦٧ جرام

الدليل المستخدم للمعايرة :

Bromocresol green
methyl orange

ثانيا : المواد القياسية الحامضية

و هى مواد تستخدم لضبط و تقدير القلويات المستخدمة فى التحليل و تعيير و ضبط محلول ايدروكسيد الصوديوم هو المرجع الاساسى فى التحليل الكمى الحجمى لقياسات المعايرة القاعدية او لضبط الاحماض الاخرى ، ويتم ذلك باحد المواد التالية :

(١) فاثيلات البوتاسيوم الحامضية :

الاسم العلمى Potassium hydrogen phathelate

الرمز الكيماوى $C_6H_4(COOH)COOK$

الوزن = ٢٠٤٫١٢ جرام ، المكافىء = ٢٠٤٫١٢ جرام

الدليل المستخدم : Phenol phethaline
Thymol blue

(٢) حمض الاكساليك :

الاسم العلمى Oxalic acid

الرمــز الكيماوى $H_2C_2O_4 - 2H_2O$

المول = ١٢٦٫٠٦ جرام ، المكافئ = ٦٣٫٠٣ جرام

الدليل المستخدم : Phenol phethaline, thymol blue

(٣) يودات البوتاسيوم الحامضية :

الاسم العلمــى Potassium hydrogen bi-iodate

الرمز الكيماوى $KH(IO_3)_2$

المول = ٣٨٩٫٩١ جرام ، المكافئ = ٣٨٩٫٩١ جرام

(هذا المكافئ فى حالة استخدام هذه المادة لمعايرة ايدروكسيد الصوديوم ، ولكن فى حالة استخدامها فى تفاعلات اكسدة واختزال او لضبط الاحماض فان المكافئ يختلف فى كل حالة)

الدليل المستخدم : اى دليل

ثالثا : المواد القياسية لتفاعلات الاكسدة والاختزال

وتستخدم هذه المواد الاولية لضبط المحاليل المستخدمة فى تفاعلات الاكسدة والاختزال ، ومنهـا :

(١) اكسـلات الصوديوم :
===============

الاسم العلمى　　Sodium oxalate

الرمز الكيماوى　　$Na_2C_2O_4$

المول = ١٣٤ جرام ، المكافىء = ٦٧ جرام

وتستخدم هذه المادة فى ضبط محلول برمنجنات البوتاسيوم

الدليل المستخدم : الاستعانة بلون البرمنجنات نفسه كدليل

(٢) حمض الاكساليك : ويستخدم ايضا لضبط برمنجنات البوتاسيوم وقد سبق ذكر بياناته

(٣) بيكرومات البوتاسيوم :
================

الاسم العلمى　　Potassium dichromate

الرمز الكيماوى　　$K_2Cr_2O_7$

المول = ٢٩٤٫٢٤ جرام ، المكافىء = ٤٩٫٠٤ جرام

الدليل المستخدم :　　Diphenyl amine

Sodium diphenyl amine sulphonate

رابعا : المواد القياسية لتفاعلات الترسيب

وتستخدم لضبط وتقدير المحاليل فى تفاعلات الترسيب وتكوين المعقدات ومنها :

(١) نترات الفضة :

الاسم الانجليزى (العلمى) Silver nitrate

الرمز الكيماوى $AgNO_3$

المول = ١٦٩٫٨٧ جرام ، المكافئ = ١٦٩٫٨٧ جرام

(٢) كلوريد الصوديوم :

الاسم العلمى Sodium chloride

الرمز الكيماوى NaCl

المول = ٥٨٫٤٥ جرام ، المكافئ = ٥٨٫٤٥ جرام

(٣) ثيوثيانات الامونيـــوم

الاسـم العلمى Ammonium thiothyanate

الرمز الكيماوى NH_4NCS

المول = ٧٦٫١٢ جرام ، المكافئ = ٧٦٫١٢ جرام

الطريقة الغير مباشرة

اذا كانت المادة لا يمكن الحصول عليها فى صورة نقية كما فى ايدروكسيدات الاقلاء و بعض الاحماض غير العضوية و بعض الاملاح ، فانه لتحضـــير محاليلها ذات القوة العيارية المضبوطة ، يجب ان نسلك طريق غير مباشر

يتم على خطوتين او اكثر .

اولا : يعمل منها محلولا قياســـيا تقريبيـــا عن طريق اذابة المكافىء الذي يوزن منها بطريقة تقريبية بحيث تكون وزنته تميل لان تكون اكبر قليلا من الوزن المكافىء المضبوط و ليس العكس .

ثانيا : يضبط هذا المحلول بمعايرة حجم معلوم منه مع محلول قياسي اولى مناسب ، وتسمى المحاليل التي تحضـــر و تضبط بهذه الطريقة بالمحاليل القياسية الثانوية

القواعد الهامة في حساب تركيز المحاليل وتحضيرها

القاعدة الأولى

ق × ح = $\bar{ق}$ × $\bar{ح}$ عند نقطة التعادل في المعايـــرة

حيث : ق عيارية المحلول الاول ، ح حجمه الداخل في التفاعل
$\bar{ق}$ عيارية المحلول الثاني ، $\bar{ح}$ حجمه الداخل في التفاعل

مثال (١١) :

اذا تمت المعايرة بين ١٠ مل من محلول كربونات الصوديوم قوتها

ار٠ عيارى ، و ١٦ مل من حمض الايدروكلوريك مجهول القوة يراد ضبطه مع استعمال دليل الميثيل البرتقالى حتى ظهور اللون البرتقالى احسب قوة الحمض٠

الحل :

بما ان : قوة محلول الكربونات (ق) = ار٠ عيارى

حجم محلول كربونات الصوديوم (ح) = ١٠ مل

قوة الحمض ($\bar{ق}$) = ؟

حجم الحمض ($\bar{ح}$) = ١٦ مل

وبما ان : ق × ح = $\bar{ق}$ × $\bar{ح}$

اذن : ار٠ × ١٠ = $\bar{ق}$ × ١٦

$$\bar{ق} = \frac{ار٠ \times ١٠}{١٦} = ٠٦٢٥ر٠ \text{ عيارى}$$

القاعدة الثانية

$ق_1 \times ح_1 = ق_2 \times ح_2$ عند تخفيفها

حيث : $ق_1$ عيارية المحلول قبل التخفيف و $ح_1$ حجمه

$ق_2$ عيارية المحلول بعد التخفيف و $ح_2$ حجمه

مثال ١٢ :

محلول من حمض الكبريتيك قوته ٠٫٣٥٤ عيارى فما هو الحجم اللازم منه لعمل لتر من محلول منه قوته ٠٫١ عيارى بالضبط ٠

الحـــل :

$$ق_1 \times ح_1 = ق_2 \times ح_2$$

$$٠٫٣٥٤ \times ح_1 = ٠٫١ \times ١٠٠٠$$

$$ح_1 = \frac{٠٫١ \times ١٠٠٠}{٠٫٣٥٤} = ٢٨٢٫٥ \text{ مل}$$

القاعدة الثالثة

$$\text{التركيز المئوى (وزن / حجم)} = \frac{\text{الوزن المذاب فى لتــر}}{١٠٠٠}$$

مثال (١٣) :

اذا اذيب ٢ جم من بيكرومات البوتاسيوم فى ٢٥٠ مل من المحلول احسب تركيز المحلول المئوى (وزن /حجم) ٠

الحـــل :

$$\text{المذاب فى لتر} = \frac{١٠٠٠}{٢٥٠} \times ٢ = ٨ \text{ جم}$$

$$\text{التركيز} = \frac{\text{المذاب فى لـــتر}}{١٠٠٠} = \frac{٨}{١٠٠٠} = ٠٫٨ \%$$

القاعدة الرابعة

$$\text{التركيز المئوى (وزن/حجم)} = \frac{\text{عيارية المحلول} \times \text{المكافىء}}{١٠٠٠}$$

مثال (١٤) :

محلول من الصودا الكاوية قوته ١ عيارى ، احسب تركيزه المئوى (وزن / حجم) بالضبط .

الحـــل :

$$\text{مكافىء الصودا الكاوية } (NaOH) = \frac{\text{المـــول}}{\text{حامضيتـــــه}}$$

$$= \text{المول} = ٤٠ \text{ جم}$$

$$\text{التركيز} = \frac{\text{عيارية المحلول} \times \text{المكافىء}}{١٠٠٠} = \frac{١ \times ٤٠}{١٠٠٠} = ٤ \%$$

القاعدة الخامسة

عيـــارية المحلول : $\dfrac{\text{الوزن المذاب في لتـر بالجرام}}{\text{المكافئ}}$

مثال (١٥) :

محـلول من كلوريد الصوديوم مذاب منه ١١٫٦٩ جم في اللتر ، احسـب عياريته ٠

الحـــل :

مكافئ كلوريد الصوديوم = $\dfrac{\text{المــول}}{\text{تكافؤ أحد شقيـه}}$ = المول = ٥٨٫٤٥ جم

عيارية المحلول := $\dfrac{\text{الوزن المذاب في لتر بالجرام}}{\text{المكافئ}}$

= $\dfrac{١١٫٦٩}{٥٨٫٤٥}$ = ٠٫٢ عياري

القاعدة السادسة

عيارية المحلول = $\dfrac{\text{الكثافـة × التركيز × ١٠٠٠}}{\text{المكافئ}}$

مثال (١٦) :

حمض كبريتيك تركيزه ٩٦ ٪ وكثافته ١٫٨ ، احسب عياريته ٠

الحـــل :

المكافىء لحمض الكبريتيك = $\frac{\text{المـــول}}{\text{قاعدية الحمض}}$ = $\frac{\text{المول}}{٢}$

= $\frac{٩٦}{٢}$ = ٤٩ جم

العياريـــة = $\frac{\text{الكثافة} \times \text{التركيز} \times ١٠٠٠}{\text{المكافـــىء}}$

= $\frac{٩٦ \times ١٫٨ \times ١٠٠٠}{١٠٠ \times ٤٩}$ = ٣٦ عياري

القاعدة السابعة

عيارية المحلول = $\frac{\text{التركيز (كنسبة مئوية وزن /حجم)} \times ١٠٠٠}{\text{المكافـــىء}}$

مثال (١٧) :

احسب عيارية محلول من حمض الاكساليك
تركيزه ١٠ ٪ (وزن / حجم) ٠

الحـــل :

$$\text{المكافئ} = \frac{\text{المول}}{\text{قاعدية الحمض}} = \frac{\text{المول}}{٢} = \frac{١٢٦}{٢}$$

= ٦٣ جم

$$\text{عيـــارية المحلول} = \frac{\text{التركيز (كنسبة مئوية وزن / حجم)} \times ١٠٠٠}{\text{المكافـــــئ}}$$

$$= \frac{١٠ \times ١٠٠٠}{١٠٠ \times ٦٣} = \frac{١٠٠}{٦٣} = ١{,}٥٩ \text{ عيارى}$$

القاعدة الثامنة

$$\text{عيارية المحلول} = \frac{\text{الوزن المذاب فى حجم معلوم} \times ١٠٠٠}{\text{هذا الحجم المعلوم} \times \text{المكافـئ}}$$

مثال (١٨) :

اذا اذيبت ٤ر١٣ جم من اكسلات الصوديوم فى دورق معيارى سعة ٢٥٠ مل واكمل للعلامة ، احسب عيارية المحلول ٠

الحـــل :

$$\text{المكافىء} = \frac{\text{المول}}{٢} = \frac{١٣٤}{٢} = ٦٧ \text{ جم}$$

$$\text{العيارية} = \frac{\text{المذاب فى حجم معلوم} \times ١٠٠٠}{\text{حجم المحلول} \times \text{المكافىء}}$$

$$= \frac{٤ر١٣ \times ١٠٠٠}{٢٥٠ \times ٦٧} = ٨ر٠ \text{ عيارى}$$

أسئلة ومسائل للمراجعة

(١) ما هو حجم حمض الايدروكلوريك ١ر٠ عيارى اللازم لاذابة جرام واحد من كل من :

(أ) كربونات الصوديوم (ب) كربونات الباريوم

(جـ) كربونات الكالسيوم (د) كربونات النحاس

(٢) ما هو وزن كل من المواد الذابة فى لتر من كل من الحالات التاليـــة :

(أ) محلول تركيزه ١ر٠ عيارى ، ١ر٠ مولر من Na_2CO_3

(ب) محلول ١ر٠ عيارى ، ١٠ر٠ مولر من $NaOH$

(جـ) محلول يحتوى على KOH ، $NaOH$ كنسبة ١ : ١ مول عياريته كقلوى ١٣ر٠ عيارى ٠

(د) محلول ٢ر٠ عيارى ، ١ر٠ عيارى من كل من Na_2CO_3 ، $NaHCO_3$

(و) محلول يحتوى على $NaOH$ ، $Ca(OH)_2$ كنسبة ١:١ وزنـــا عياريته كقلوى ١ر٠ عيارى ٠

(٣) ما هو حجم حمض الايدروكلوريك ٢ر٠ عيارى الذى يلزم للتعادل مع مخلوط مكون من ٢ جم من كربونات الكالسيوم ، ٣ جم ايدروكسيد كالسيوم ، ٢ جم كبريتات باريوم ٠

(٤) احسب وزن المادة المذابة بالجرام فى كل من الحالات التالية :

(أ) محلول حمض ايدروكلوريك حجمه ١٠٠ مل و تركيزه ١ر٠ع

(ب) محلول حمض كبريتيك حجمه ٢٥٠ مل ، ٠٥ر٠ مولر

(جـ) محلول حمض اكساليك حجمه ٢٥٠ مل ، و قوته ١ر٠ عيارى

(د) محلول بيكربونات الصوديوم ١ر٠ عيارى و حجمه ٢٠٠ مل

(هـ) محلول كربونات البوتاسيوم حجمه ٢٥ مل و قوته ١ر٠ عيارى ٠

(٥) ما هو الحجم اللازم من كل من المحاليل التالية للحصول على نصف لتر من محلول ١ر٠ عيارى بالضبط ٠

(أ) محلول ايدروكسيد الصوديوم ١٢٥ر٠ مولر

(ب) محلول حمض كبريتيك ٢٥ر٠ عيارى
(جـ) محلول حمض اكساليك ١ر٠ مولر
(د) محلول اكسلات الصوديوم الحامضية ١ر٠ مولر
(هـ) محلول كربونات الصوديوم ١ر٠ مولر
(و) محلول برمنجنات البوتاسيوم ٠٥ر٠ مولر
(لاستخدامها فى وسط حمضى)
(ز) محلول برمنجنات البوتاسيوم ١ر مولر
(لاستخدامها فى وسط قلوى خفيف)
(ح) محلول بيكسرومات البوتاسيوم ١٠ر مولر

(٦) ما هو التركيز المولر لكل من المحاليل التالية عند استعمالها فى تقدير الحموضة و القلوية :
(أ) محلول من اكسلات الصوديوم الحامضية ٣ر٠ عيارى
(ب) محلول حمض اكساليك متبلور تركيزه ٢٦ر١ ٪ وكثافته ١٠ر١ جم/مل ٠

(٧) كيف تحضـــر محلول ١ر٠ عيارى بالضبط من كل من :
(أ) حمض ايدروكلوريك كثافته ١٦ر١ و تركيزه المئوى ٣٥
(ب) حمض كبريتيك كثافته ٨ر١ و تركيزه ٩٥ ٪
(جـ) حمض اكساليك متبلور (به جزيئين ماء تبلور)
(د) البوراكس (يحتوى على ١٠ ماء تبلور)

==============================
ooooooooooooooooooo

أمثلة عامة

مثال (١٩) :

احسب الوزن المكافئ لبيكرومات البوتاسيوم فى التفاعل التالى :

$$K_2Cr_2O_7 + 6\,FeCl_2 + 14\,HCl \longrightarrow 2\,KCl + 2\,CrCl_3 + 6\,FeCl_3 + 7H_2O$$

الحـــل :

رقم تأكسد الكروم فى بداية التفاعل = $\frac{+١٤ - ٢}{٢}$ = +٦

" " " نهاية " = +٣

المكافئ = $\frac{\text{المـــول}}{\text{التغير فى رقم التأكسد} \times \text{عدد الذرات}}$ = $\frac{\text{المول}}{(٦-٣)\times ٢}$

= $\frac{(٢ \times ٣٩) + (٢ \times ٥٢) + (٧ \times ١٦)}{٦}$ = ٤٩ جم

مثال (٢٠) :

ما هو وزن كبريتات الباريوم $BaSO_4$ التى تنتج من تفاعل كلوريد الباريوم مع ١٠٠ مل من حمض الكبريتيك ١ر٠ عيارى ٠

الحـــل :

حيث ان التفاعل التالى يمثل التعادل

$$BaCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + 2\ HCl$$

اذن عدد ميللمكافئات كبريتات الباريوم الناتجة من التفاعل تساوى عدد الميللمكافئات من كلوريد الباريوم الداخلة فى التفاعل ٠

عدد ميلليمكافئات كلوريد الباريوم = $\frac{١ \times ١٠٠ \times ١٠٠٠}{١٠ \times ١٠٠٠}$ = ١٠ ميللمكافىء

مكافىء كبريتات الباريوم = $\frac{\text{المـــول}}{\text{قاعدية حمض الكبريتيك}}$ = $\frac{٢٣٣٫٣٦}{٢}$

= ١١٦٫٦٨ جم

اذن كمية كبريتات الباريوم الناتجة = $\frac{١١٦٫٦٨ \times ١٠}{١٠٠٠}$

= ١٫١٦٦٨ جم

مثال (٢١) :

احسب التركيز العيارى لمحلول يحتوى على ١ جم NaOH فى ١٠٠ مل من المحلول .

الحــــل :

النسبة المئوية للمحلول = ١ ٪

مكافىء (NaOH) = المول = ٤٠ جم

$$\text{عيارية المحلول} = \frac{\text{النسبة المئوية} \times 1000}{\text{المكافىء}} = \frac{1 \times 1000}{100 \times 40}$$

$$= \frac{10}{40} = 0.25 \text{ عيارى}$$

مثـــال ٢٢ :

محلول من حمض HCl يحتوى على ١٢٤٣ر٠ مكافىء من الحمض فى اللتر ، كم مل من محلول البوتاسا الكاوية ٥ر٠ عيارى تلزم لمعادلة ١٠ مل منه .

الحـــل :

حيث ان ق × ح (للحمض) = $\bar{ق}$ × $\bar{ح}$ (للبوتاسا الكاوية)

اذن ١٢٤٣ر٠ × ١٠ = ٥ر٠ × $\bar{ح}$

اذن $\bar{ح}$ = $\frac{١٢٤٣ر٠ \times ١٠}{٥ر٠}$ = ٤٨٦ر٢ مل

مثال (٢٣) :

احسب عيارية حمض الكبريتيك المركز اذا كان تركيزه ٩٦ ٪ ، وكثافته ٨٤ر١ ، احسب الحجم اللازم منه لتكوين ١ لتر عيارى ٠

الحـــل :

العيارية = $\frac{الكثافة \times التركيز \times ١٠٠٠}{المكافىء}$ = $\frac{٨٤ر١ \times ٩٦ \times ١٠٠٠}{٤٩ \times ١٠٠}$

= ٨ر٣٦ عيارى

بما ان $ق_١ \times ح_١ = ق_٢ \times ح_٢$

إذن ٨ر٣٦ × ح = ١٠٠٠ × ١

ح = $\frac{١٠٠٠}{٨ر٣٦}$ = ١٧٣٩ر٢٧ مل

مسائل عامة

(١) كم جراما من البوتاسيوم و الكربون توجد فى كل من :

(أ) ٢١١ر٠ جم من $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$

(ب) ١ مول من $KC_4H_4O_6$

(٢) كم جراما من الاكسجين توجد فى ١ جم من كل من المواد التالية :

a) Fe_2O_3 b) $BaSO_4$ c) $Fe(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$

(٣) ما هو وزن العناصر المختلفة فى ٧١٧ر٠ جم من نترات الفضة

(٤) اضبط المعادلة التالية و اكتبها في الصورة الايونية

$$Al_2(SO_4)_3 + BaCl_2 \quad BaSO_4 + AlCl_3$$

(٥) ما وزن النشادر اللازم لاذابة ١٢ر٠ جم من كلوريد الفضة طبقا للمعادلة

$$AgCl + {}^2NH_3 \quad Ag(NH_3)_2 + Cl^-$$

(٦) ما هو رقم التأكسد لكل من العناصر (ماعدا H, O) الداخلة فى تركيب كل من :

a) $H_4P_2O_5$ b) SbS_3^{---}
c) N_2O_3 d) $Fe(ClO_3)_3$
e) $Co(NH_3)_6^{+++}$ f) HCOONa
g) $Cu_3(Fe(CN)_6)_2$

(٧) احسب عيارية المحاليل التالية :

(أ) محلول H_2SO_4 تركيزه ٦٠ ٪ وكثافته ١٫١٥

(ب) " NH_4OH " ٣٥ ٪ " ١

(جـ) " H_3PO_4 " ٣٠ ٪ " ١٫١٨

(٨) اذا اريد تحضير عينة تحتوى على ٥٠ ٪ كلوريد مختلط من NaCl,KCl فما هى النسبة التى يمزج بها الملحين المذكورين

(٩) ما هو حجم حمض HCl الذى كثافته ١٫٢ ويحتوى ٣٩٫١١ ٪ HCl والذى يلزم لتحضير :

(أ) لتر من الحمض يحتوى على ٢٠٫٠١ ٪ (كثافته ١)

(ب) لتر من الحمض تركيزه ٦ عيارى

(١٠) كم جرام كلوريد كروميك جاف $CrCl_3$ يمكن الحصول عليها من بيكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ بعد اختزالها بغاز SO_2 فى وجود حمض ايدروكلوريك .

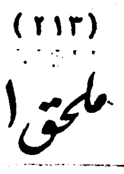
(١١) يحتوى ١٥ جم من ملح متبلور رمزه $Na_2SO_4\text{-}(x)\ H_2O$ على ٧٫٠٥ جم من الماء ، احسب الرمز الاولى للملح .

=====================

oooooooooooooo

الملاحق

(جداول وثوابت)



الايونـــات الشـــائعة فى تفاعلات الكيميـــاء التحليلية

(١) ايونات احادية الشحنة (سالبة) :

Acetate	CH_3COO^-	خـــلات
Bicarbonate	HCO_3^-	بيكربونـــات
Bromate	BrO_3^-	برومـــات
Chlorate	ClO_3^-	كلورات
Chloride	Cl^-	كلـــوريد
Chlorite	ClO_2^-	كلوريـــت
Cyanide	CN^-	ســـيانيد
Fluoride	F^-	فلوريـــد
Formate	$HCOO^-$	فورمـــات
Hydroxyl	OH^-	هيدروكسيل
hypo-Chlorite	ClO^-	هيبوكلوريت
Iodate	IO_3^-	يـــودات
Nitrate	NO_3^-	نتـــرات
Nitrite	NO_2^-	نتـــريت
per-Chlorate	ClO_4^-	بيركلـــورات
per-Manganate	MnO_4^-	بيرمنجنـــات
Bisulphate	HSO_4^-	بيكبريتات
acidic phathilate	$C_6H_4(COOH)COO^-$	فاثيلات حامضية

تابع ملحق (١) :

(٢) ايونات احادية الشحنة (موجبة) :

Ammonium	NH_4^+	امونيوم
Cuprous	Cu^+	نحاسوز
Potassium	K^+	بوتاسيوم
Sodium	Na^+	صوديوم
Hydrogen	H^+	ايدروجين

(٣) ايونات ثنائية الشحنة (سالبة) :

Carbonate	CO_3^{--}	كربونات
Chromate	CrO_4^{--}	كرومات
Dichromate	$Cr_2O_7^{--}$	بيكرومات
Oxalate	$C_2O_4^{--}$	اكسلات
meta-Silicate	SiO_3^{--}	ميتاسيلكات
Sulphate	SO_4^{--}	كبريتات
Sulphide	S^{--}	كبريتيد
Sulphite	SO_3^{--}	كبريتيت
thio-Sulphate	$S_2O_3^{--}$	ثيوسلفات

(٤) ايونات ثنائية الشحنة (موجبة) :

Barium	Ba^{++}	باريوم
Cadmium	Cd^{++}	كادميوم

تابع ملحق (١) :

Calcium	Ca^{++}	كالسيوم
Cobaltus	Co^{++}	كوبلتوز
Cupric	Cu^{++}	نحاسيك
Ferrous	Fe^{++}	حديدوز
Lead	Pb^{++}	رصاص
Magnesium	Mg^{++}	ماغنسيوم
Mabganese	Mn^{++}	منجنيز
Mercurous	Hg^{++}	زئبقوز
Nickel	Ni^{++}	نيكل

(٥) ايونات ثلاثية الشحنة (سالبة) :

Ferricyanide	$Fe(CN)_6^{---}$	حديدى سيانيد
Phosphate	PO_4^{---}	فوسفات

(٦) ايونات ثلاثية الشحنة (موجبة) :

Aluminum	Al^{+++}	الومنيوم
Antimony	Sb^{+++}	انتيمون
Chromic	Cr^{+++}	كروميك

(٧) ايونات رباعية الشحنة (سالبة) :

Ferrocyanide	$Fe(CN)_6^{----}$	حديدوسيانيد
ortho-Silicate	SiO_4^{----}	اورثوسيلكات

ملحق ٢

بعض العناصر الكيميائية وارقام تأكسدها فى حالاتها الاتحادية المختلفة

العنصر	الحالات الاتحادية		رقم التأكسد
منجنيز	برمنجنات	MnO_4^-	+7
	سابع اكسيد منجنيز	Mn_2O_7	+7
	حمض البرمنجنيك	$HMnO_4$	+7
	ايون المنجنات	MnO_4^{--}	+6
	حمض المنجنيك	H_2MnO_4	+6
	ثانى اكسيد المنجنيز	MnO_2	+4
	ايون منجنيت	MnO_3^-	+4
	ثالث اكسيد المنجنيز	Mn_2O_3	+3
	ايون المنجنيك	Mn^{+++}	+3
	ايون المنجنوز	Mn^{++}	+2
	معدن المنجنيز	Mn	0
الكروم	ثالث اكسيد الكروميوم	$Cr\ O_3$	+6
	ايون الكرومات	CrO_4^{--}	+6
	ايون البيكرومات	$Cr_2O_7^{--}$	+6
	اكسيد الكروميك	Cr_2O_3	+3
	ايون الكروميك	Cr^{++}	+3

تابع ملحق (٢) :

العنصر	الحالات الاتحادية		رقم التأكسد
	ايون الكروموز	Cr^{++}	+2
	معدن الكروميوم	Cr	0
الكبريت	ايون الكبريتات	SO_4^{--}	+6
	حمض الكبريتيك	H_2SO_4	+6
	ثالث اكسيد الكبريت	SO_3	+6
	ايون الكبريتيت	SO_3^{--}	+4
	حمض الكبريتوز	H_2SO_3	+4
	ثاني اكسيد الكبريت	SO_2	+4
	الكبريت	S	0
	ثاني كبريتيد الصوديوم	Na_2S_2	-1
	ايون الكبريتيد	S^{--}	-2
	كبريتيد الايدروجين	H_2S	-2
الازوت	حمض النيتريك	HNO_3	+5
	ايون نترات	NO_3^-	+5
	خامس اكسيد الازوت	N_2O_5	+5
	ثاني اكسيد الازوت	NO_2	+4
	رابع اكسيد الازوت	N_2O_4	+4
	ثالث اكسيد الازوت	N_2O_3	+3
	حمض النيتروز	HNO_2	+3

تابع ملحق (٢) :

العنصر	الحالات الاتحادية		رقم التأكسد
	اكسيد النيتريك	NO	+2
	اكسيد النيتروز	N_2O	+1
	حمض هيبونيتروز	$H_2N_2O_2$	+1
	غاز الازوت	N_2	0
	ايدروكسيد الامين	NH_2OH	-1
	الهيدرازين	N_2H_4	-2
	ايون الامونيوم	NH_4^+	-3
	النشادر	NH_3	-3
الفوسفور	خامس اكسيد الفوسفور	P_2O_5	+5
	حمض الارثوفوسفوريك	H_3PO_4	+5
	ايون الفوسفات	PO_4^{---}	+5
	حمض الهيبوفسفوريك	$H_4P_2O_6$	+4
	ثالث اكسيد الفوسفور	P_2O_3	+3
	ايون الفوسفوروز	PO_3^{---}	+3
	حمض هيبوفوسفوروز	H_3PO_2	+1
	الفوسفور (الاحمر و الاصفر)	P_4	0
	فوسفين	PH_3	-3
	ايون الفوسفونيوم	PH_4^+	-3

تابع ملحق (٢) :

العنصر	الحالات الاتحادية		رقم التأكسد
الهالوجينات	حمض البيركلوريك	$HClO_4$	+7
	ايون ابيركلورات	ClO_4^-	+7
	ايون كلورات	ClO_3^-	+5
	ايون برومات	BrO_3^-	+5
	ايون يودات	IO_3^-	+5
	ايون كلوريت	ClO_2^-	+3
	ايون يوديت	IO_2^-	+3
	ايون هيبوكلوريت	ClO^-	+1
	ايون هيبوفلوريت	FO^-	+1
	ايون هيبوبروميت	BrO^-	+1
	ايون هيبويوديت	IO^-	+1
	غاز الكلور	Cl_2	0
	غاز الفلور	F_2	0
	غاز البروم	Br_2	0
	غاز اليود	I_2	0
	ايون كلوريد	Cl^-	-1
	حمض ايدروكلوريك	HCl	-1
	ايون فلوريد	F^-	-1
	ايون برميد	Br^-	-1
	ايون يوديد	I^-	-1

ملحق ٣

حاصل الاذابة للرواسب فى بعض العناصر

الراسب	نواتج التأين	حاصل الاذابة
ايدروكسيد الفضة	$(Ag^{+}) \times (OH^{-})$	2.0×10^{-8}
" الالومنيوم	$(Al^{+++}) \times (OH^{-})^{3}$	1.9×10^{-33}
" الكروميوم	$(Cr^{+++}) \times (OH^{-})^{3}$	5.4×10^{-31}
" النحاس	$(Cu^{++}) \times (OH^{-})^{2}$	5.6×10^{-20}
" الحديدوز	$(Fe^{++}) \times (OH^{-})^{2}$	4.8×10^{-16}
" الحديديك	$(Fe^{+++}) \times (OH^{-})^{3}$	3.8×10^{-38}
" الماغنسيوم	$(Mg^{++}) \times (OH^{-})^{2}$	5.0×10^{-12}
" المنجنيز	$(Mn^{++}) \times (OH^{-})^{2}$	4.0×10^{-14}
" النيكل	$(Ni^{++}) \times (OH^{-})^{2}$	6.3×10^{-16}
" الزنك	$(Zn^{++}) \times (OH^{-})^{2}$	1.0×10^{-17}
كبريتيد النحاسوز	$(Cu^{+})^{2} \times (S^{--})$	2.6×10^{-45}
" النحاسيك	$(Cu^{++}) \times (S^{--})$	8.5×10^{-45}
" الحديدوز	$(Fe^{++}) \times (S^{--})$	3.7×10^{-19}
كلوريد الفضة	$(Ag^{+}) \times (Cl^{-})$	1.6×10^{-10}
" الرصاص	$(Pb^{++}) \times (Cl^{-})^{2}$	2.4×10^{-4}
بروميد الفضة	$(Ag^{+}) \times (Br^{-})$	7.7×10^{-13}
يوديد الفضة	$(Ag^{+}) \times (I^{-})$	1.5×10^{-16}

تابع ملحق (٣) :

الراسب	نواتج التأين	حاصل الاذابة
كبريتات الفضة	$(Ag^{+})^2 \times (SO_4^{--})$	7.7×10^{-5}
" الباريوم	$(Ba^{++}) \times (SO_4^{--})$	1.1×10^{-10}
" الكالسيوم	$(Ca^{++}) \times (SO_4^{--})$	6.1×10^{-5}
" الرصاص	$(Pb^{++}) \times (SO_4^{--})$	2.2×10^{-8}
" الزئبقوز	$(Hg^{++}) \times (SO_4^{--})$	6.3×10^{-7}
كربونات الفضة	$(Ag^{+})^2 \times (CO_3^{--})$	6.1×10^{-12}
" الباريوم	$(Ba^{++}) \times (CO_3^{--})$	8.0×10^{-9}
" الكالسيوم	$(Ca^{++}) \times (CO_3^{--})$	4.8×10^{-9}
" الماغنسيوم	$(Mg^{++}) \times (CO_3^{--})$	1.0×10^{-5}
" الرصاص	$(Pb^{++}) \times (CO_3^{--})$	1.5×10^{-13}
اكسلات الباريوم	$(Ba^{++}) \times (C_2O_4^{--})$	1.6×10^{-7}
" الكالسيوم	$(Ca^{++}) \times (C_2O_4^{--})$	2.6×10^{-9}
" الماغنسيوم	$(Mg^{++}) \times (C_2O_4^{--})$	8.6×10^{-5}
" الرصاص	$(Pb^{++}) \times (C_2O_4^{--})$	3.2×10^{-11}
" الزنك	$(Zn^{++}) \times (C_2O_4^{--})$	7.5×10^{-9}
كرومات الفضة	$(Ag^{+})^2 \times (CrO_4^{--})$	9.0×10^{-12}
" الباريوم	$(Ba^{++}) \times (CrO_4^{--})$	2.4×10^{-10}
" الرصاص	$(Pb^{++}) \times (CrO_4^{--})$	1.8×10^{-14}
فوسفات الفضة	$(Ag^{+})^3 \times (PO_4^{---})$	1.8×10^{-18}
ثيوسيانات الفضة	$(Ag^{+}) \times (CNS)^{-}$	1.16×10^{-12}

ملحق ٤

الاوزان الذرية للعناصر

الاسم		الرمز	الوزن الذرى
الومنيوم	Aluminum	Al	26.98
انتيمون	Antimony	Sb	121.76
زرنيخ	Arsenic	As	74.91
باريوم	Barium	Ba	137.36
بزموت	Bismuth	Bi	209.00
بورن	Boron	B	10.82
بروم	Bromine	Br	79.92
كادميوم	Cadmium	Cd	112.41
سيزيوم	Casium	Cs	132.91
كالسيوم	Calcium	Ca	40.08
كربون	Carbon	C	12.01
كلور	Chlorine	Cl	35.46
كوبلت	Cobalt	Co	58.94
نحاس	Copper	Cu	63.54
فلور	Fluorine	F	19.00
ذهب	Gold	Au	197.00
ايدروجين	Hydrogen	H	1.01
يود	Iodine	I	126.91

تابع ملحق (٣) :

الاسم		الرمز	الوزن الذري
حديد	Iron	Fe	55.85
رصاص	Lead	Pb	207.21
ليثيوم	Lithium	Li	6.94
ماغنسيوم	Magnesium	Mg	24.32
منجنيز	Manganese	Mn	54.94
زئبق	Mercury	Hg	200.61
موليبدنيوم	Molybodenium	Mo	95.95
نيكل	Nickel	Ni	58.71
نيتروجين (ازوت)	Nitrogen	N	14.01
اكسجين	Oxygen	O	16.00
بلاديوم	Palladium	Pd	106.40
فوسفور	Phosphorus	P	30.98
بلاتين	Platinium	Pt	195.09
بوتاسيوم	Potassium	K	39.10
راديوم	Radium	Ra	226.05
سيلنيوم	Selenium	Se	78.96
سيلكون	Silicon	Si	28.09
فضة	Silver	Ag	107.88
صوديوم	Sodium	Na	22.99
سترانشيوم	Strontium	Sr	87.63
كبريت	Sulpher	S	32.07

تابع ملحق (٣) :

الاســـــــــم		الرمز	الوزن الذرى
قصـــدير	Tin	Sn	118.70
تيتـــانيوم	Titanium	Ti	47.90
تنجســـتين	Tungsten	W	183.86
يورانيـــوم	Uranium	U	238.07
فانـــديوم	Vandium	V	50.95
زنك (خارصين)	Zinc	Zn	65.38
كـــروم	Chrmium	Cr	52.01

ملحق ٥

مواصفات الاحماض غير العضوية التى تستخدم فى عمل محاليل
التحليلات الكمية الحجمية
(عبواتها المركزة النقية)

الاســـم	الرمــز	العيارية	التركيـز	الكثافة
حمض الخليك Acetic acid	CH_3COOH	١٧,٤	٩٩,٥	١,٠٥ (٥٨)*
حمض الايدروكلوريك Hydrochloric acid	HCl	١١,٣	٣٥	١,١٨ (٨٩)*
		١٢,٠	٣٧	١,١٩ (٨٤)*
حمض النيتريـك Nitric acid	HNO_3	١٥,٨	٧٠	١,٤٢ (٦٣)*
حمض الارثوفوسفوريك ortho-Phosphoric acid	H_3PO_4	٤٤,٢	٨٥	١,٧٠ (٢٣)*
حمض الكبريتيـك Sulphoric acid	H_2SO_4	٣٦,٠	٩٦	١,٨٤ (٢٨)*
		٣٧,٢	٩٨	١,٨٦ (٢٧)*

(*) الحجم من الحمض المركز الذى يخفف الى لتر واحد للحصول على محلول عيارى تقريبى من الحمض.

ملحوظة هامة : تأكد من هذه البيانات على زجاجة الحمض المسجلة بمعرفة شركة الكيماويات المنتجة واعد حساباتك على ضوء ما هو موضح عليها.

ملحق ٦

المحاليل المشبعة من بعض المواد الكيماوية

الاســـــم	الرمــز	كل ١ لتر مشبع يحتوى جم من المادة	مل ماء مقطر
كلوريد امونيــوم	NH_4Cl	٢٩١	٧٨٤
نترات امونيــوم	NH_4NO_3	٨٦٣	٤٤٩
اكسلات امونيوم	$(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$	٤٨	٩٨٢
كبريتات امونيوم	$(NH_4)_2SO_4$	٥٣٥	٧٠٨
كلوريد باريوم	$BaCl_2 \cdot 2H_2O$	٣٩٨	٨٩٢
ايدروكسيد باريوم	$Ba(OH)_2$	٣٩	٩٩٨
ايدروكسيد باريوم متبلور	$Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$	٧٢	٩٦٥
ايدروكسيد كالسيوم	$Ca(OH)_2$	١٫٦	١٠٠٠
كلوريد الزئبقيــك	$HgCl_2$	٦٤	٩٨٦
كلوريد بوتاسيوم	KCl	٢٩٨	٨٧٦
كرومات بوتاسيوم	K_2CrO_4	٥٨٣	٨٥٨
بيكرومات بوتاسيوم	$K_2Cr_2O_7$	١١٥	٩٦٢
ايدروكسيد بوتاسيوم	KOH	٨١٣	٧٢٧
كربونات صــوديوم	Na_2CO_3	٢٠٩	٨٦٩
كربونات صوديوم متبلورة	$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$	٥٦٣	٥١٥
كلوريد الصوديــوم	$NaCl$	٣١٦	٨٨١
ايدروكسيد الصوديوم	$NaOH$	٨٠٣	٧٣٦
حمض البوريك	H_3BO_3	٤٠	٩٩٨

ملحق ٧

بعض الدلائل الشائعة

الاسم التجارى الشائع		المذيب	طبيعة الدليل	اللون		مدى الدليل	
				الادنى	الاعلى	من	الى
الميثيل البنفسجى	Methyl violet	الماء	حمضى	اخضر	بنفسجى	صفر	٢
الثيمول الازرق	Thymol blue	كحول ٠٠٥ ٪	حمضى	احمر	اصفر	١ر٢	٢ر٨
نربيولين	Nerbulin	الماء	قلوى	احمر	اصفر	١ر٣	٣
الميثيل الاصفر	Methyl yellow	الماء	قلوى	احمر	اصفر	٢ر٩	٤
البروموفينول الازرق	bromophenol blue	الماء	حمضى	اصفر	قرمزى	٣	٤ر٦
الميثيل البرتقالى	Methyl orange	الماء	قلوى	احمر	اصفر	٣ر١	٤ر٤
البروموكريزول الاخضر	bromocresol green	الماء	حمضى	اصفر	ازرق	٣ر٩	٥ر٤
الميثيل الاحمر	Methyl red	كحول	قلوى	احمر	اصفر	٤ر٢	٦ر٢
الكلوروفينول الاحمر	chlorphenol red	الماء	حمضى	اصفر	احمر	٤ر٨	٦ر٤
البروموثيمول الازرق	bromothymol blue	الماء	حمضى	اصفر	ازرق	٦	٧ر٢
الفينول الاحمر	Phenol red	كحول ٠٢٥ ٪	حمضى	اصفر	احمر	٦ر٤	٨
الاحمر التعادل	Neutral red	الماء	قلوى	احمر	برتقالى	٦ر٨	٨
الميتاكريزول القرمزى	metacresol purple	الماء	حمضى	اصفر	قرمزى	٧ر٤	٩
الفينول فيثالين	Phenol-Phethaline	كحول ٠٧٠ ٪	حمضى	عديم	احمر	٨ر٣	١٠
الثيمول فيثالين	Thymol Phethaline	كحول ٠٩٠ ٪	حمضى	عديم	ازرق	٩ر٣	١٠ر٥
الاليزارين الاصفر	Alizarine yellow	كحول	حمضى	اصفر	بنفسجى	١٠ر١	١٢
بارازو البرتقالى	Parazo orange			اصفر	برتقالى	١١.	١٢ر٦
آكايل الازرق	Acyl blue			احمر	ازرق	١٢	١٣ر٦
عباد الشمس	Litmus	الماء		احمر	ازرق	٥	٨

ملحق ٨

تحضير بعض الدلائل الشائعة

الدليل	وزن الدليل (ملجم)	الحجم ونوع المذيب المستخدم مع الدليل
الميثيل البرتقالى	٤٢	١٠٠ مل ماء
الثيمول الازرق	٣٥	١٠٠ مل كحول ٥٠ ٪
الميثيل البرتقالى	٣٥	١٠٠ مل ماء
الميثيل الاحمر	٢٠٠	١٠٠ مل كحول ايثيلى
الفينول الاحمر	١٠٠	١٠٠ كحول ٢٥ ٪
الفينول فيثالين	١٠٠	١٠٠ كحول اثيلى
الثيمول فيثالين	٥٠٠	١٠٠ كحول اثيلى
الميثيلين الازرق	١٠٠	١٠٠ كحول ايثيلى ٧٠٪
الدليل المختلط	يتكون من الميثيل الاحمر و الميثيلين الازرق بتركيزهما السابق كنسبة حجمية ١ : ١	

الفهرس

الموضـــــــــــــوع	الصفحة

رقم الايداع
بدار الكتب والوثائق المصرية
٨٤٠٨/ ١٩٩٠

ملتزم الطبع والنشر
دار الهدى للتأليف والنشر والتوزيع
عزبة النخل ـ القاهرة